

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2011

BARBORA ADAMCOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

KOD/ 2011/ 06/ 3/ MS

**ANALÝZA STANOVENÍ NEHOŘLAVOSTI
PRO SPECIÁLNÍ ODĚVY S MOŽNOSTÍ
ZLEPŠENÍ KOMFORTU PŘI NOŠENÍ**

**ANALYSE OF DETERMINING FIREPROOF
FOR SPECIAL CLOTHING WITH OPTIONS
TO IMPROVE WEARER COMFORT**

LIBEREC 2011

BARBORA ADAMCOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Barbora ADAMCOVÁ**
Osobní číslo: **T06000017**
Studijní program: **M3106 Textilní inženýrství**
Studijní obor: **Oděvní technologie**
Název tématu: **Analýza stanovení nehořlavosti pro speciální oděvy
s možností zlepšení komfortu při nošení**
Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište zkušební metody a normy pro posouzení hořlavosti.
2. Odzkoušejte vybrané metody pro testování hořlavosti v laboratořích KOD.
3. Vyberte vhodné textilní materiály pro speciální oděvy s požadavky na hořlavost.
4. Zhodnoťte fyziologické vlastnosti těchto materiálů a možnosti zlepšení komfortu oděvů z těchto materiálů.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

cca 50 stran

Forma zpracování diplomové práce:

tištěná

Seznam odborné literatury:

- Militký, J.: Textilní vlákna (studijní materiály), VŠST Liberec, 1994
- BLAŽEJ, A., ŠUTÁ, Š. Vlastnosti textilných vláken. Bratislava: Alfa, 1982
- R. A. Dejlová, R. S. Afanasjevová, Čubarovová - Hygiena Odívání, SNTL Praha, 1984

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.


Katedra oděvnictví

Datum zadání diplomové práce:

12. listopadu 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

2. května 2011



prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.

děkan



L.S.



doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

vedoucí katedry

V Liberci dne 12. listopadu 2010

P r o h l á š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som sa rada poďakovala vedúcemu mojej diplomovej práce doc. Ing. Antonínu Havelkovi, CSc. za pomoc, odborné rady pri písaní diplomovej práce a za trpezlivosť. Ďalej moje poďakovanie patrí Ing. Rudolfu Třešňákovi za odbornú pomoc a rady pri používaní meracích prístrojov.

Ďakujem tiež firmám DEVA FM s.r.o., VÚB a.s. a Ing. Petru Loukotovi od firmy VOCHOC s.r.o. za poskytnutie vzorkou skúšaných materiálov.

V neposlednom rade moje poďakovanie patrí aj mojej rodine a priateľom za podporu, povzbudenie a trpezlivosť.

ABSTRAKT

Diplomová práca popisuje jednotlivé skúšobné metódy pre posúdenie horľavosti textilných materiálov. Účelom práce bolo vybrať z hľadiska horľavosti vhodný textilný materiál pre výrobu špeciálnych odevov. K špeciálnym odevom patrí aj zásahový odev pre hasičov a záchranárov. Na tieto odevy sú kladené vysoké nároky z hľadiska bezpečnosti aj komfortu. Táto diplomová práca prináša niekoľko návrhov na zlepšenie komfortu zásahového odevu FR3-FireHorse, pri zachovaní ochranných vlastností a splnení všetkých technických parametrov podľa príslušných noriem.

KLÍČOVÁ SLOVA

- Hořlavost textilií
- Speciální oděvy
- Komfort speciálních oděvu
- Automatické zařízení M223B
- Přístroj SDL M021S
- Automatická klimatická komora Vötsch 0060,

ABSTRACT

This diploma thesis describe to the various test methods for examination the flammability of textile materials. The purpose of the thesis was to select in terms of flammability possible the textile material for manufacture special clothing. The special clothing also includes intervention dress for firefighters and rescuers. For these dresses are placed high demands in term of safety and comfort. This diploma thesis brings some suggestions for improving the response of dress comfort FR3-FireHorse at preservation the protective properties and achievement all the technical parameters of the relevant standards.

KEY WORDS

- Flammability of textiles
- Special clothing
- Comfort special clothing
- Automatic device M223B
- Device SDL M021S
- Automatic climate chamber Vötsch 0060

OBSAH

ÚVOD	- 10 -
1. REŠERŠNÁ ČASŤ	- 11 -
1.1 Horľavosť textílii	- 11 -
1.1.1 Nehorľavá úprava textílii	- 12 -
1.2 Metódy zisťovania horľavosti	- 13 -
1.2.1 Metóda podľa ČSN EN ISO 15025	- 14 -
1.2.2 Metóda podľa ČSN EN ISO 6941	- 14 -
1.2.3 Metóda podľa ČSN EN ISO 6940	- 15 -
1.2.4 Metóda podľa ČSN EN 1103	- 16 -
1.2.5 Metóda podľa BS 5438	- 17 -
1.3 Špeciálne odevy pre hasičov a záchranárov	- 17 -
1.3.1 Špeciálny reflexný odev	- 19 -
1.3.2 Zásahový odev	- 20 -
1.3.2.1 Vrchná vrstva	- 21 -
1.3.2.2 Vnútoraná vrstva	- 22 -
1.3.2.3 Spodná izolačná vrstva	- 22 -
1.3.3 Pracovná rovnošata	- 22 -
1.3.4 Nehorľavá spodná bielizeň	- 23 -
1.4 Komfort odevov	- 24 -
1.4.1. Rozdelenie odevného komfortu	- 25 -
1.4.2 Metódy merania komfortu u špeciálnych odevov	- 26 -
1.4.2.1 Priepustnosť vzduchu	- 26 -
1.4.2.2 Priepustnosť tepla a vodných pár	- 27 -
2. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	- 29 -
2.1 Cieľ experimentu	- 29 -

2.2 Popis zariadení	- 29 -
2.2.1 Automatické zariadenie M233B	- 29 -
2.2.2 Prístroj SDL M021S	- 30 -
2.2.3 Automatická klimatická komora Vötsch 0060 s prístrojom Permetest ...	- 31 -
2.3 Popis vzorku materiálu	- 33 -
2.3.1 Spodná bielizeň I.	- 35 -
2.3.2 Spodná bielizeň II.	- 35 -
2.3.3 Pracovná rovnošata PS II.	- 35 -
2.3.4 Zásahový odev FR3-FireHorse	- 35 -
2.4 Prevedenie experimentu.....	- 36 -
2.4.1 Zisťovanie horľavosti textilných materiálov	- 37 -
2.4.2 Zisťovanie priedušnosti vzduchu materiálu.....	- 38 -
2.4.3 Zisťovanie odolnosti voči vodným parám materiálu	- 39 -
2.5 Vyhodnotenie experimentu.....	- 39 -
2.5.1 Vyhodnotenie horľavosti textilných materiálov	- 40 -
2.5.2 Vyhodnotenie priedušnosti vzduchu materiálu.....	- 47 -
2.5.3 Vyhodnotenie odolnosti voči vodným parám materiálu.....	- 50 -
2.6 Zhrnutie výsledkov merania	- 51 -
2.7 Možnosti zlepšení komfortu zásahového odevu	- 53 -
ZÁVER	- 56 -
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	- 58 -
ZOZNAM OBRÁZKOV	- 60 -
ZOZNAM TABULIEK	- 61 -
ZOZNAM PRÍLOH.....	I

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV, VELIČÍN A JEDNOTIEK

A	Plocha meracej jednotky [m ²], skúšaná plocha textílie [cm ²]
H	Výhrevnosť dodávaná meracej jednotke [W]
ΔH_c	Korekcia pre výhrevnosť pri meraní tepelnej odolnosti
IS	Interval spoľahlivosti
LKČ	Limitné kyslíkové číslo [%]
p_a	Parciálny tlak vodnej páry vo vzduchu [Pa]
PAD	Polyamid
PAN	Polyakrylnitril
PBI	Polybenzimidazol
PES	Polyester
p_m	Nasýtený parciálny tlak vodnej páry [Pa]
PP	Polypropylén
PU	Polyuretán
PVC	Polyvinylchlorid
$\overline{q_v}$	Aritmetický priemer rýchlosti prietoku vzduchu [l/min]
R	Priedušnosť [mm/s]
R_{et}	Výparný odpor [m ² .Pa.W ⁻¹]
R_{et}	Tepelný odpor [m ² .K.W ⁻¹]
R_{et0}	Konštanta prístroja [m ² .Pa.W ⁻¹], [m ² .K.W ⁻¹]
s	Smerodatná odchýlka
T_a	Teplota vzduchu v skúšobnom priestore [°C]
T_m	Teplota meracej jednotky [°C]
v	Variačný koeficient [%]
VS	Viskóza
\overline{x}	Aritmetický priemer

ÚVOD

Vývoj pracovných odevov pre záchranné účely sa v priebehu niekoľkých rokov značne zmenil. V minulosti sa používali na záchranné práce jednoduché odevy vyrobené z bieleho plátna. Tieto pracovné odevy nespĺňali žiadne bezpečnostné požiadavky. V priebehu niekoľkých rokov prišli na trh nové materiály zo zníženou horľavosťou. Tieto materiály sa používajú na výrobu špeciálnych odevov nielen v záchranných zložkách. Na špeciálne odevy sa v poslednej dobe kladie čoraz väčší dôraz na bezpečnosť, ale aj komfort. V súčasnosti sa výskumný ústav zaoberá vývojom nových materiálov, ktoré sú schopné spĺňať vysoké nároky aj v tých najnáročnejších podmienkach.

Úlohou diplomovej práce je priblížiť jednotlivé skúšobné metódy a normy pre zisťovanie horľavosti na textilných materiáloch. Vybrané materiály sú z rôzneho materiálového zloženia, určené pre prácu v záchranných zložkách. Na základe meraní si zvolíme textilný materiál vhodný pre výrobu špeciálnych odevov z hľadiska horľavosti, v našom prípade je to zásahový odev pre hasičov. Na tieto špeciálne odevy sú kladené vysoké nároky. Odev musí poskytovať dokonalú ochranu a zároveň si musí zachovať svoje ochranné a hygienické vlastnosti po celú dobu nosenia. Preto sa v tejto práci budeme zaoberať zlepšovaním samotného komfortu zásahového obleku.

Pomocou automatického zariadenia M233B odskúšame metódy pre zisťovanie horľavosti materiálov. Pre jednotlivé skúšobné metódy použijeme iný druh textilného materiálu. U zásahového odevu zistíme horľavosť aj jednotlivých vrstiev. To znamená, že okrem troch základných vrstiev aj tri prídavné vrstvy zásahového odevu. Výsledky meraní horľavosti vyhodnotíme, na základe požadovaných noriem. Zistíme fyziologické vlastnosti zásahového odevu z hľadiska priepustnosti vzduchu a odolnosti voči vodným parám. Výsledky testov vyhodnotíme, na základe požadovaných noriem do prehľadných grafov.

Cieľom tejto diplomovej práce je zhodnotiť a následne navrhnúť niekoľko možností zlepšenia komfortu pri nosení špeciálnych odevov. Odev si musí zachovať maximálny komfort aj pri tých najnáročnejších podmienkach bez zníženia ochranných vlastností. Zároveň musí spĺňať všetky technické parametre, ktoré sú stanovené príslušnými normami.

1. REŠERŠNÁ ČASŤ

1.1 Horľavosť textílii

Horľavosť je schopnosť textílii vznietiť sa a horieť. Horenie je oxidačne redukčná reakcia, pri ktorej horľavá látka reaguje s vysokou rýchlosťou a s oxidačným činidlom za vzniku tepla a svetla. Aby dochádzalo k horeniu je potrebná horľavá látka, oxidačné činidlo a zdroj zapálenia [1].

Horľavosť textílii je ovplyvňovaná okrem chemického zloženia, fyzikálnych vlastností aj geometrickou štruktúrou textilu. Do geometrickej štruktúry patrí jemnosť priadze a počet zákrut, väzba a dostava tkaniny, plošná hmotnosť a povrch tkaniny (hladký, vlasový) [2, 3].

Podľa horľavosti rozlišujeme textilné materiály [2, 3]:

- Horľavé- horia ďalej aj po odstránení z plameňa (bavlna, ľan, VS, PAN)
- Samo zhasnúce- horia, po odstránení z plameňa zhasnú (vlna, prírodný hodváb, PES, PAD)
- Nehorľavé- v plameni sa prípadne len tavia, po odstránení z plameňa ihneď zhasnú (PVC, oxidovaný PAN)

Dôležité informácie o horľavosti textilných materiálov a účinnosti nehorľavých úprav nám umožňuje limitné kyslíkové číslo (LKČ- Limiting Oxygen Index). Limitné kyslíkové číslo vypočítame podľa vzorca (1) a udáva nám minimálnu koncentráciu kyslíku v zmesi dusíka, pri ktorej daný materiál neprestáva horieť [2].

$$LKČ = \frac{[O_2]}{[N_2] + [O_2]} 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

Čím je menšie kyslíkové číslo, tým je daný materiál horľavejší. Ak je kyslíkové číslo menšie než 25 %, patrí medzi nehorľavé materiály. Podľa tabuľky 1 môžeme vidieť prehľad horľavých a nehorľavých vlákien. Vlákná s kyslíkovým číslom menším než 20 % sú považované za horľavé, od 20–25 % sú vlákna samo zhasnúce a nad 25 % máme vlákna nehorľavé [2, 3, 4].

Tab. 1 Prehľad horľavých a nehorľavých vlákien [3, 4]

Typ vlákna	Kyslíkové limitné číslo [%]
Acetátové vlákna	17–18
Polypropylénové vlákna	18–20
Bavlna	18–20
Polyamidové vlákna	20–22
Polyesterové vlákna	21
Vlna	24–25
Viskózové vlákna- modifikované (LENZING FR)	28
Aramidové vlákna (NOMEX, KVELAR)	28–34
Novoloidové vlákna (KYNOL)	29–35
Polyamidoimid (KERMEL)	32
Vlna s úpravou	33
Polyvinylchloridové vlákna	35–39
Polyimidy (LENZING P- 84)	36–38
Vlákna s polybenzimidazolu (PBI)	41
Uhlíkové vlákna (PANOX)	50
Vlákna z polytetrafluoretylénu	95

1.1.1 Nehorľavá úprava textílii

Zníženie horľavosti textílii môžeme doceliť, buď použitím vlákien zo zníženou horľavosťou (uhlíkové vlákna, Aramid, Nomex), alebo povrchovou úpravou textílii z horľavých materiálov a konštrukčným riešením odevov [5].

Pre povrchovú úpravu textilných materiálov, ktorá sa docieli textilným zušľachtovaním používame rôzne typy retardérov horenia. Pre úpravy bežných typov vlákien sú retardéry rôzneho zloženia. Z fyzikálne chemického hľadiska rozlišujeme retardéry aditívne a reaktívne. Aditívne retardéry vytvárajú mechanickú zmes s taveninou alebo s roztokom polyméru. Reaktívne retardéry sa chemicky viažu na makromolekulárnu reťaz. Majú väčšiu stálosť účinku pri zachovaní tepelnej odolnosti.

Ich veľkou nevýhodou je veľká spotreba. Pre dosiahnutie nehorľavých úprav sa obyčajne kombinuje aj niekoľko spôsobov retardácie [2, 5].

Retardácia môže nastať z viacerých dôvodov [2]:

- Vznikom ochranného filmu na povrchu vlákna, ktorý zabraňuje prístupu vzduchu (kyselina boritá)
- Ochladzovaním horiacich textílií vodou, ktorá sa uvoľní a odparí pri dehydratácii vlákna, kde je voda latentne viazaná (chlorid zinočnatý, síran hlinitý)
- Vznikom nehorľavých plynov a par, ktoré znižujú koncentráciu horľavých splodín a kyslíku, zabraňujú prístupu vzduchu (amónne soli)

Podľa trvanlivosti rozlišujeme úpravu dočasnú, polo trvalú a trvalú. Dočasná úprava nemá stálosť v praní a vo vode. Je vhodná pre textílie, ktoré neprichádzajú do styku s vodou. Úprava polo trvalá má len určitú odolnosť voči vode a praniu. Úprava trvalá musí byť odolná voči vode, chemickým čistením a práním v alkalických aj v neutrálnych kúpeľoch [2].

Textilné materiály so zníženou horľavosťou sa používajú v rozličných oboroch. Uplatňujú sa najmä v záchranných zložkách, strojárskom, elektrotechnickom a v automobilovom priemysle. Tieto výrobky musia spĺňať všetky požiadavky, ktoré sú stanovené podľa príslušných noriem.

1.2 Metódy zisťovania horľavosti

Horľavosť materiálov sa zisťuje niekoľkými metódami podľa daných noriem. K bežným testom patrí stanovenie rýchlosti šírenia plameňa a priemernej doby zapálenia textílií. Výsledkom týchto metód je zistenie, o aký materiál sa jedná, rozlišujeme dve skupiny materiálov:

- Materiál, ktorý horí úplne
- Materiál, ktorý nehorí vôbec, prípadne má malé dohorievanie plameňa

1.2.1 Metóda podľa ČSN EN ISO 15025

Metóda skúšania pre obmedzené šírenie plameňa podľa ČSN EN ISO 15025. Účelom tejto normy je hodnotiť vlastnosti textílii pri obmedzenom šírení plameňa u zvislo orientovaných textílii za stanovených podmienok. Skúška sa vykonáva na šiestich testovacích vzorkách s rozmermi 200 x 160 mm, tri vzorky v priečnom a tri vzorky v pozdĺžnom smere. Vzorky sú po dobu najmenej 24 hodín klimatizované v ovzduší pri teplote (20 ± 2) °C a relatívnej vlhkosti vzduchu (65 ± 5) %. Pri tejto metóde je potrebný filtračný papier o plošnej hmotnosti (68 ± 6) g/m² a v rozmeroch najmenej 150 x 100 mm [6].

Skúšobné vzorky sa upevňujú na hroty držiaka vzorky, ktoré sú umiestnené v každom rohu v dĺžke 190 x 150 mm. Na hlavný rám sa umiestňuje vo vertikálnej polohe držiak vzorky a filtračný papier spolu s nádobou na odpad. Podľa spôsobu zapálenia vzorku nastavíme polohu plynového horáku. Pre zapálenie povrchu je horák umiestnený v horizontálnej polohe. Horák je od spodného okraja vzdialený 20 mm a od povrchu skúšobného vzorku 17 mm. Pre zapálenie hrany je horák umiestnený pred a pod skúšobnú vzorku. Vzdialenosť medzi vrcholom horáka a dolnou hranou vzorky je 20 mm a osa horáka je sklonená od zvislej osy skúšobnej vzorky o 30°. Výška plameňa je 40 mm pre oba spôsoby zapálenia vzorky [6].

Po pôsobení 10 sekúnd plameňa na povrch alebo spodnú hranu vzorky zistujeme, či došlo k rozšíreniu a dohorievaniu plameňa, k výskytu zvyškov odpadnutej časti, prípadne vzniku diery, a či odpadnuté zvyšky zapálili filtračný papier. Zaznamenáme dobu dohorievania plameňa a dobu dohorievania žhnutím [6].

1.2.2 Metóda podľa ČSN EN ISO 6941

Meranie rýchlosti šírenia plameňa u zvislo umiestnených skúšobných vzoriek podľa ČSN EN ISO 6941. Táto norma sa používa na zistenie doby šírenia plameňa u zvislo orientovaných textílii za stanovených podmienok. K vykonaniu skúšky potrebujeme vystrihnúť šesť vzoriek, tri v pozdĺžnom a tri v priečnom smere vo veľkosti 560 x 170 mm. Skúšobné vzorky sa klimatizujú v ovzduší pri teplote (20 ± 2) °C a relatívnej vlhkosti vzduchu (65 ± 5) % po dobu najmenej 24 hodín. Pre

vyhodnotenie tejto metódy sú potrebné tri značkovacie nite o dĺžkovej hmotnosti 45–50 tex [7].

Skúšobné vzorky sa upevňujú na držiak vzorky s dvanástimi hrotmi. Na hlavný rám sa pripevňuje vo vertikálnej polohe držiak vzorky, nádoba na odpad a tri značkovacie nite. Značkovacie nite sú upevnené na pružinovej svorke a mikropsínači tak, aby dva úseky nite boli od povrchu vzorku vzdialené 1 mm a 5 mm. Aby mohol byť mikropsínač aktivovaný, je nutné, aby bol vo vertikálnej polohe. Podľa spôsobu zapálenia vzorku nastavíme polohu plynového horáka. Pre zapálenie povrchu je horák umiestnený v horizontálnej polohe. Horák je od spodného okraja vzdialený 20 mm a od povrchu skúšobného vzorku 17 mm. Pre zapálenie hrany je horák umiestnený pred a pod skúšobnou vzorkou. Vzdialenosť medzi vrcholom horáka a dolnou hranou vzorky je 20 mm a osa horáka je sklonená od zvislej osy skúšobnej vzorky o 30°. Výška plameňa je 40 mm pre oba spôsoby zapálenia vzorky [7].

Po pôsobení 10 sekúnd plameňa na povrch alebo spodnú hranu vzorky sledujeme, či došlo k pretrhnutiu značkovacích nití a zaznamenáme dobu šírenia plameňa po prvú, druhú a tretiu značkovaciu niť [7].

1.2.3 Metóda podľa ČSN EN ISO 6940

Zisťovanie jednoduchosti zapálenia zvislo umiestených skúšobných vzoriek podľa ČSN EN ISO 6940. Norma sa používa pre stanovenie priemernej doby zapálenia zvislo umiestených textílii za stanovených podmienok. Pre túto normu potrebujeme vystrihnúť dvanásť vzoriek v pozdĺžnom smere pre prípad, že bude dochádzať k piatim prípadom zapáleniu a piatim prípadom nezapáleniu vzorky v rozmeroch 200 x 80 mm. Vzorky klimatizujeme v ovzduší pri teplote $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu $(65 \pm 5) \%$ po dobu najmenej 24 hodín [8].

Skúšobné vzorky sa upevňujú na hroty držiaka vzorky, ktoré sú umiestnené v každom rohu v dĺžke 190 x 70 mm. Na hlavný rám sa umiestňuje vo vertikálnej polohe držiak vzorky a nádoba na odpad. Polohu plynového horáka nastavujeme podľa spôsobu zapálenia vzorky. Pre zapálenie povrchu je horák umiestnený v horizontálnej polohe. Horák je od spodného okraja vzdialený 20 mm a od povrchu skúšobnej vzorky 17 mm. Pre zapálenie hrany je horák umiestnený pred a pod skúšobnou vzorkou. Vzdialenosť medzi vrcholom horáka a dolnou hranou vzorky je 20 mm a osa horáka je

sklonená od zvislej osy skúšobnej vzorky o 30°. Výška plameňa je 40 mm pre oba spôsoby zapálenia vzorky [8].

Plameň horáka necháme pôsobiť na povrch alebo spodnú hranu vzorky po dobu, stanovenú ako približná doba zapálenia. Ak u predchádzajúcej vzorky došlo k zapáleniu, skrátime dobu pôsobenia plameňa na 1 sekundu. Pokiaľ došlo k nezapáleniu, predĺžime dobu pôsobenia plameňa na 1 sekundu. Minimálna doba pôsobenia plameňa je 1 sekunda a maximálna doba pôsobenia plameňa je 20 sekúnd. Výsledky skúšok zaznamenáme do tabuľky a vypočítame priemernú dobu zapálenia textílii [8].

1.2.4 Metóda podľa ČSN EN 1103

Podrobný postup pre zisťovanie chovania pri horení u plošných textílii pre odevy podľa ČSN EN 1103. Norma nám určuje chovanie textílii pôsobením plameňa na povrch zvislo umiestnených textílii za stanovených podmienok. Na skúšku potrebujeme šesť vzoriek vo veľkosti 560 x 170 mm, tri v pozdĺžnom a tri v priečnom smere. Vzorky sa musia podrobiť jednému praciemu cyklu a sušeniu podľa normy EN 26330. Následne sa tieto vzorky klimatizujú v ovzduší pri teplote (20 ± 2) °C a relatívnej vlhkosti vzduchu (65 ± 5) % po dobu najmenej 24 hodín. Pre túto skúšku potrebujeme prvú a tretiu značkovaciu niť o dĺžkovej hmotnosti 45–50 tex, filtračný papier o plošnej hmotnosti (68 ± 6) g/m² a v rozmeroch najmenej 150 x 100 mm [9].

Skúšobné vzorky sa upevňujú na držiak vzorky s dvanástimi hrotmi. Na hlavný rám sa pripevňuje vo vertikálnej polohe držiak vzorky, filtračný papier spolu s nádobou na odpad a značkovacie nite. Prvá a tretia značkovacia niť sa upevňuje na pružinovú svorku a mikrospínač, ktorý musí byť vo vertikálnej polohe pre jeho aktivovanie. Nite sú natiahnuté tak, aby boli od povrchu vzorky vzdialené 1 mm a 5 mm. Nastavíme polohu plynového horáka v závislosti na spôsobe zapálenia vzorky. Pre zapálenie povrchu je horák umiestnený v horizontálnej polohe. Horák je od spodného okraja vzdialený 20 mm a od povrchu skúšobného vzorku 17 mm. Pre zapálenie hrany je horák umiestnený pred a pod skúšobnú vzorku. Vzdialenosť medzi vrcholom horáka a dolnou hranou vzorky je 20 mm a osa horáka je sklonená od zvislej osy skúšobnej vzorky o 30°. Výška plameňa je 40 mm pre oba spôsoby zapálenia vzorky [9].

Plameň necháme pôsobiť 10 sekúnd na vonkajší povrch vzorky a sledujeme, či došlo k pretrhnutiu prvej a tretej značkovacej nite. Sledujeme, či došlo k zapáleniu filtračného papiera, a či došlo k povrchovému vzplanutiu. Zaznamenáme dobu horenia, dobu dožehu a dobu šírenia plameňa po prvú a tretiu značkovaciu niť [9].

1.2.5 Metóda podľa BS 5438

Horľavosť zvislo umiestnených vzoriek podľa BS 5438. Táto norma nám umožňuje posúdiť maximálnu mieru celkového poškodenia zvisle umiestnených textílií pôsobením malého plameňa za stanovených podmienok. Na túto skúšku musíme vystrihnúť šesť testovacích vzoriek, tri v priečnom a tri pozdĺžnom smere vo veľkosti 200 x 160 mm. Vzorky necháme klimatizovať po dobu najmenej 24 hodín v ovzduší pri teplote $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu $(65 \pm 5) \%$ [10].

Skúšobné vzorky sa upevňujú na hroty držiaka vzorky, tie sú umiestnené v každom rohu v dĺžke 190 x 150 mm. Na hlavný rám sa umiestňuje vo vertikálnej polohe držiak vzorky a nádoba na odpad. Polohu plynového horáka nastavíme podľa spôsobu zapálenia vzorky. Pre zapálenie povrchu je horák umiestnený v horizontálnej polohe. Horák je od spodného okraja vzdialený 20 mm a od povrchu skúšobného vzorku 17 mm. Pre zapálenie hrany je horák umiestnený pred a pod skúšobnú vzorku. Vzdialenosť medzi vrcholom horáka a dolnou hranou vzorky je 20 mm a osa horáka je sklonená od zvislej osy skúšobnej vzorky o 30° . Výška plameňa je 40 mm pre oba spôsoby zapálenia vzorky [10].

Plameň necháme pôsobiť 10 sekúnd na povrch alebo spodnú hranu vzorky a následne zaznamenáme dobu horenia plameňa a dobu dožehu. Sledujeme šírenie plameňa až k okraju vzorky, ďalej sledujeme zvyšky horenia, vznik diery, jej šírenie a veľkosť [10].

1.3 Špeciálne odevy pre hasičov a záchranárov

K špeciálnym odevom pre hasičov a záchranárov patria ochranné odevy. Ich hlavným účelom je chrániť celé telo nositeľa. Zásahový odev je schopný poskytovať ochranu pred jedným alebo viacerými rizikami (ochrana proti chemikáliám, pôsobením

plameňa). Na tieto odevy sú kladené vysoké nároky. Odev musí poskytovať dokonalú ochranu, zachovať svoje ochranné a hygienické vlastnosti po celú dobu nosenia. Musí byť pohodlný pri pohybe, pri plnení pracovných úloh a nesmie ohrozovať nositeľa. Musí plniť požiadavky z hľadiska estetického vzhľadu a trvanlivosti [11].

Ochranné odevy, ktoré sú určené pre pohyb v plameni musia spĺňať ďalšie nároky. Pôsobením plameňa sa materiál nemôže taviť a uvoľňovať nebezpečné splodiny. Je vhodné používať materiály, ktorých vlákna sú tepelne odolné, majú vysokú pevnosť, vysoký modul pružnosti, nízku hmotnosť a vysoké technické parametre. Odevy musia byť aj po opakovanom cykle prania, údržby a nosenia nepoškodené. Nesmú znižovať ochranné a komfortné požiadavky. Každý ochranný odev musí prejsť náročným testovaním a musí spĺňať všetky právne a technické parametre, ktoré sú stanovené príslušnými normami [4, 12].

Požiadavky na ochranné odevy pre hasičov a záchranárov z hľadiska šírenia plameňa [4]:

- Materiál nesmie dohorievať k žiadnemu okraju
- V žiadnej vrstve sa nesmie vytvoriť otvor s výnimkou vonkajšej vrstvy
- Materiál nesmie uvoľňovať horiace alebo roztavené častice
- Stredná hodnota doby samovoľného horenia musí byť ≤ 2 s.
- Stredná hodnota doby dožehu musí byť ≤ 2 s.

Výroba špeciálnych odevov sa odlišuje od výroby klasických odevov. Špeciálne odevy, respektíve ochranné odevy musia mať vyšší koeficient bezpečnosti než majú klasické odevy. Je nutnosťou, aby sa na výrobe ochranných odevov podieľal strihový konštruktér a projektant materiálu. Títo ľudia musia mať dobrú znalosť prostredia, kde sa tento ochranný odev bude používať. Ochranné odevy môžu byť pre mužov aj ženy v závislosti na ich konštrukcii. Vyrábajú sa v prevedení ako obleky, nohavice, blúzy, plášte, kabáty, kombinézy, vesty a zástere [4, 12].

V Českej republike k najznámejším výrobcom ochranných odevov pre hasičov a záchranárov patrí firma VOCHOC s.r.o. a DEVA FM s.r.o. Firma VOCHOC s.r.o., ktorá sídli v Plzni sa od roku 1991 zaoberá vývojom a výrobou ochranných pracovných prostriedkov proti tepelným rizikám a elektrickým výbojom. Vyrába výrobky pod svojou vlastnou značkou GoodPRO. Firma DEVA FM s.r.o. vznikla od roku 1993

a sídli vo Frýdku Místku. Zaoberá sa výrobou ochranných odevov. Ochranné odevy sú určené pre všetky profesie, ktoré si vyžadujú mimoriadnu ochranu aj v tých najťažších podmienkach [13, 14].

Rozdelenie ochranných odevov podľa rizík, ktoré chránia [12]:

- Pred teplom a plameňom
- Pred pevnými, plynými, a kvapalnými chemikáliami
- Pred mechanickými vplyvmi
- Pred poveternostnými vplyvmi
- Pred porezaním bodných a strelných zbraní
- Pri práci v zníženej viditeľnosti (výstražné odevy)

1.3.1 Špeciálny reflexní odev

Reflexný odev patrí medzi ochranné odevy, ktoré zaisťujú ochranu proti plameňu a intenzívnemu sálavému teplu. Tento špeciálny reflexný odev na obr. 1 sa skladá z viacerých častí (plášť, nohavice, rukavice, ochranná obuv). Plášť je pevne zošitý s kuklou, vďaka tomu je celé telo pracovníka zakryté. Reflexný odev nám umožňuje zabrániť preniknutiu sálavého tepla do odevu, a tým je nositeľ bezpečne chránený aj v tých najťažších podmienkach [13].

Špeciálny reflexní odev je zložený z troch vrstiev a to z vrchnej, vnútornej izolačnej a spodnej vrstvy. Všetky tieto tri vrstvy sú z nehorľavých materiálov (Nomex, para-aramid, meta-aramid). Vrchná vrstva je dvakrát pokovovaná. Odev sa vyrába v univerzálnych veľkostiach. Ľahko a rýchlo sa prispôsobí na rozličné postavy pomocou niekoľkých regulačných prvkov [13].

Vďaka dvojitej pokovovanej vrstve je odev určený pre špeciálne hasenie ohňa. Používa sa pri likvidácii požiaru a záchranných akcií v najextrémnejších podmienkach s dýchacím prístrojom. V priemysle sa tento ochranný odev používa na špeciálne činnosti v prostredí s kritickým tepelným rizikom [13].



Obr. 1 Špeciálny reflexný odev: GoodPro HR2 FireFly [13]

1.3.2 Zásahový odev

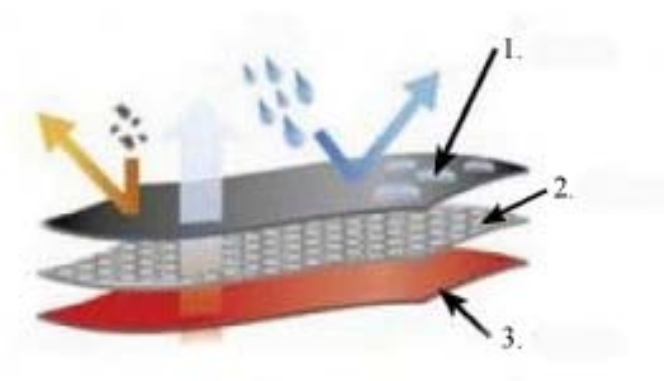
Zásahový odev na obr. 2 patrí medzi ochranné odevy, ktoré chránia človeka pred teplom a plameňom. Zásahový odev je zložený z vrchnej, vnútornej a izolačne spodnej vrstvy. Vďaka týmto základným vrstvám na obr. 3 nám odev poskytuje ochranu pred teplom, vodou a mechanickým poškodeným [13].

Zásahový odev sa skladá z dvoch dielov a to z nohavíc a z kabátu. Nohavice aj kabát sú opatrené prídavnými materiálovými vrstvami (izolačná, spodná, vrchná). Tie sa vkladajú na určité oblasti odevu a nie po celej ploche odevu. Vkladajú sa na miesta, kde pôsobí väčšie mechanické zaťaženie (ramena, kolena) alebo na miesta, ktoré sú najviac zaťažené teplom. K prídavným materiálom patria aj reflexné pásy, ktoré nesmú chýbať v dolnej časti nohavíc, rukávoch a na trupe kabáta. Účelom reflexných pások je zvýšenie viditeľnosti nositeľa odevu [13].

Základné aj prídavné materiály slúžia k zlepšeniu kvality celého odevu a chránia nositeľa pred nebezpečenstvom. Na výrobu tohto odevu sa používajú najčastejšie materiály aramid, Nomex, Kevlar, Kermel. Tento zásahový odev sa používa najmä pri likvidácii požiarov a zásahov v tých najťažších podmienkach [13].



Obr. 2 Zásahový odev viac vrstvový: GoodPro FR3-FireHorse [13]



Obr. 3 Základná vrstva zásahového odevu [13]

Popis základnej vrstvy:

- 1.- Vrchná vrstva
- 2.- Vnútoraná vrstva (membrána)
- 3.- Spodná izolačná vrstva

1.3.2.1 Vrchná vrstva

Pre prvú vrchnú vrstvu sa používajú nehorľavé tkaniny, ktoré chránia ďalšie vrstvy odevu pred plameňom. Najčastejšie sa používajú materiály Nomex, Kevlar, Kermel. Táto vrstva musí byť odolná nielen proti pôsobeniu plameňa, ale aj proti

mechanickému namáhaniu. Musí odolávať ohňu, porezaniu, roztrhnutiu a páraníu. Vrchné vrstvy sú ošetrené finálnymi úpravami proti vode a chemickým kvapalinám. Zároveň si musí táto vrstva udržať svoj tvar a vlastnosti pri pravidelnom nosení a údržbe [13].

1.3.2.2 Vnútoraná vrstva

Druhou vrstvou je vnútoraná vrstva najčastejšie z membrány. Membrána nám umožňuje vďaka svojej štruktúre odvádzať vodné páry (pot) od tela do okolitého prostredia. Zároveň zabráňuje preniknutiu vody, chemikálii, vlhku a vetru. Dáva nám vždy pocit sucha a tepla. Pre vnútornú vrstvu sa používajú membrány z polyuretánu alebo z teflónu. Táto vrstva je tenká a ľahká. Musí si zachovať svoje vlastnosti aj po opakovanom cykle prania a údržbe [13, 15].

1.3.2.3 Spodná izolačná vrstva

Tretou základnou vrstvou je spodná izolačná vrstva s podšívkou. Účelom je udržať telo v suchu a v pohode. Zabráňuje k prehriatiu tela a k tepelnému stresu. Vrstva sa vyrába zo zmesi nehorľavých materiálov ako je Aramid, Nomex, Kevlar a Leazing FR. Ich účelom je poskytnutie nielen tepelných izolačných vlastností, ale aj ochrany pred teplom a ohňom [16].

1.3.3 Pracovná rovnošata

Pracovná rovnošata (PS II. Nomex) na obr. 4 patrí medzi zásahový odev jednovrstvový. Ide o nehorľavý materiál, ktorý ochráni človeka pred ľahkým a stredným mechanickým poškodením. Pracovný odev sa skladá z dvoch dielov a to z nohavíc a z blúzy [14].

Pre tento typ odevu sa používajú aj horľavé materiály ako je bavlna a polystyrén. Je vhodný pre pohyb na stanici a technickú asistenciu. Použitie je obmedzené v závislosti na použití materiálu (horľavý, nehorľavý). Pracovná rovnošata sa nepoužíva

pri ťažkých a vonkajších zásahov, lesných požiarov, kde hrozí vyššie riziko poranenia o ostré hrany. Táto rovnošata je obohatená o prídavný materiál (reflexné pásy) [14].



Obr. 4 Zásahový odev jednovrstvový: PS II. Nomex [14]

1.3.4 Nehorľavá spodná bielizeň

Funkčná spodná bielizeň je prvou základnou ochrannou vrstvou, ktorá sa nosí pod zásahový odev, pracovnú rovnošatu alebo pod ochranný oblek. Jeho základnou funkciou je ochrana proti tepelným rizikám, zaručenie efektívnosti odvodu vlhkosti a tepla od tela [13, 14].

Spodná bielizeň musí byť bezpečná, priedušná, pohodlná a príjemná na omak. Je dôležité, aby nositeľovi nebránila v pohybe. Na bielizeň určenú pre hasičov a záchranárov sú kladené vysoké nároky, okrem komfortu a ochrane tepla musí odev zabráňovať aj vzniku baktérii a zápachu [13].

Nehorľavá spodná bielizeň na obr. 5 sa skladá z dvoch častí, to je zo spodkov a trička. Bielizeň sa vyrába z materiálu ako je Nomex, Protex, Lenzing FR. Aj po viac násobnej údržbe a prácich cykloch si musí bielizeň zachovať svoj tvar a vlastnosti. Je vhodná do priemyslových pracovísk s tepelným rizikom, pre špeciálne jednotky ako sú hasiči a záchranári [13, 14].



Obr. 5 Nehorľavá spodná bielizeň [17]

1.4 Komfort odevov

Komfort je stav, pri ktorom človek necíti žiadne nepríjemné vnemy vnímané jeho zmyslami. Je teda možné ho definovať ako pocit pohodlia. Komfort je vnímaný všetkými ľudskými zmyslami ako je hmat, čuch, sluch a v neposlednom rade zrak [19].

Niektoré skupiny ľudí majú väčšie nároky na poskytnutie komfortu odevu. Patria sem malé deti, športovci, chorí a starší ľudia. Do zvláštnej skupiny patria nositelia špeciálnych (ochranných) odevov. Do tejto skupiny patria lekári, záchranári, hasiči a pracovníci, ktorí pracujú v nebezpečnom prostredí (s chemikáliami a pri extrémnych teplotách). Odevy poskytujúce komfort nám umožnia pracovať lepšie, zvyšujú produktivitu a znižujú riziko nehôd [18, 19].

Pre dosiahnutie správnej funkcie ošatenia a komfortu pri nosení musí byť [4]:

- Optimálna regulácia tepla a vlhkosti
- Dobrá schopnosť absorbovať a transportovať vlhkosť
- Dobrá priedušnosť a priepustnosť vodných pár
- Čo najmenej prijať vlhkosť odevnou vrstvou, ktorá prichádza do styku s pokožkou
- Príjemný senzorický pocit
- Rýchle schnutie textílie

- Trvanlivosť a ľahká údržba
- Tvarová stálosť
- Nízka hmotnosť odevu

1.4.1. Rozdelenie odevného komfortu

Odevný komfort rozdeľujeme na [19]:

- psychologický
- senzorický
- termofyziologický
- patofyziologický

Psychologický komfort rozdeľujeme z niekoľkých hľadísk. A to z klimatického, ekonomického, historického, kultúrneho, sociálneho a zo skupinového a individuálneho hľadiska. Do tohto komfortu môžeme zaradiť štýl, módne vplyvy, pohodlnosť, farbu, lesk a konštrukčné riešenie [19, 20].

Senzorický komfort je súhrn vnemov a pocitov človeka pri kontakte medzi pokožkou a odevom. Pri kontakte môžeme pociťovať príjemné (mäkkosť, splývavosť) a nepríjemné pocity, dokonca to môžu byť až dráždivé pocity (tlak, pocit vlhkosti, škrabanie, pichanie, hryzenie, lepenie). Senzorický komfort je daný splývavosťou a stlačiteľnosťou textílii, povrchovými a tepelnými vlastnosťami, konštrukciou a veľkosťou odevu [19, 20].

Termofyziologický komfort je stav tepelnej pohody človeka, pri ktorom nedochádza k poteniu a nenastáva pocit chladu. Prestup tepla a vlhkosti dochádza u odevu a závisí na konštrukcii strihu a použitom materiály. Termofyziologický komfort nastáva za optimálnych podmienok. Teplota pokožky má 33–35 °C, relatívna vlhkosť vzduchu sa pohybuje v rozmedzí $(50 \pm 10) \%$ a rýchlosť prúdenia vzduchu je $(25 \pm 10) \text{ cm/s}$. Musí obsahovať 0,07 % oxidu uhličitého a na pokožke nesmie byť žiadna prítomnosť vody [19, 20].

Patofyziologický komfort môže byť spôsobený prítomnosťou chemických látok v odevnom materiály. Pôsobením patofyziologických látok (chemické látky v pracích

prostriedkoch, baktérie, plesne na textílii) na pokožku môžu vyvolať alergické a kožné ochorenia (dermatóza) [19, 20].

1.4.2 Metódy merania komfortu u špeciálnych odevov

Špeciálny, respektíve ochranný odev musí nositeľovi dávať pocit pohodlia a nesmie mu prekážať v pohybe ani pri náročných podmienkach. Medzi najdôležitejšou funkciou odevu patrí zaistenie tepelnej pohody, ochrana pred horkom, poprípade zimou a správna výmena vlhkosti medzi telom a prostredím. Odev a všetky jeho odevné vrstvy, z ktorých sa skladá, napomáhajú k termoregulačnej činnosti. Prestupy môžu prechádzať v oboch smeroch, a však najčastejší smer je od tela pokožky do okolitého prostredia. Medzi základné fyziologické a hygienické vlastnosti odevu patrí priepustnosť vzduchu, vody, vodnej páry a tepla [20].

1.4.2.1 Priepustnosť vzduchu

Zisťovanie priedušnosti plošných textílií podľa ČSN EN ISO 9237. Priedušnosť nám udáva rýchlosť prúdenia vzduchu prechádzajúceho kolmo danou plochou materiálu pri určitom tlakovom spáde medzi oboma stranami materiálu. Priedušnosť materiálu R [mm/s] vypočítame podľa vzorca (2). Pre túto skúšku potrebujeme desať vzoriek vo veľkosti 10 x 10 cm alebo hotový odev. Skúšobné vzorky musia byť vopred klimatizované. Skúška sa vykonáva v normálnom ovzduší [21].

Skúšobný vzorky upevníme do kruhového držiaka vzorky s použitím dostatočného napätia, ktorý zabráni vzniku záhybom. Po zapnutí sacieho ventilátora nastavíme doporučený tlakový spád. Približne po 1 minúte odčítame prietok vzduchu. Následne sa skúška opakuje pri rovnakých podmienkach minimálne 10 krát. Z jednotlivých meraní vypočítame priedušnosť materiálov, aritmetický priemer, variačný koeficient a 95% interval spoľahlivosti [21].

$$R = \frac{\overline{q_v}}{A} 167 \text{ [mm/s]} \quad (2)$$

- $\overline{q_v}$ Aritmetický priemer rýchlosti prietoku vzduchu [l/min]

- A.....Skúšaná plocha textílie [cm²]
- 167.....Prepočítavací faktor z [l/min] na [mm/s]

Pre zistenie priedušnosti vzduchu od tela pokožky do okolitého prostredia sú vzorky upnuté na držiak vzorky z rubnej strany na hor. Pre odolnosť voči preniknutiu vetra z okolitého prostredia upneme vzorky na držiak vzorky lícnou stranou na hor. Čím je vyššia hodnota R, tým je materiál priedušnejší [21].

1.4.2.2 Priepustnosť tepla a vodných pár

Meranie tepelnej odolnosti a odolnosti voči vodným parám za stálych podmienok podľa normy ČSN EN 31092. Veľkou nevýhodou tejto skúšky je časová náročnosť, pretože jedná skúška trvá až približne 1 hodinu. Tepelnú odolnosť vypočítame podľa vzorca (3) a výparný odpor podľa vzorca (4). Priepustnosť tepla a vodných pár závisí na type odevného materiálu (na hustote tkaniny, hrúbke, povrchovej úprave) [22].

Pre zisťovanie tepelnej odolnosti R_{et} [m².K.W⁻¹] sa meria tok tepla skúšobným materiálom po dosiahnutí ustálených podmienok. Pre zisťovanie odolnosti voči vodným parám R_{et} [m².Pa.W⁻¹] je nutná elektrická vyhrievaná porézna doštička, ktorá je zakrytá membránou. Tá nám umožňuje prepúšťanie vodných pár a zabraňuje prepúšťaniu vody. Skúšobné vzorky sa nedostanú do styku s vodou. Pomoci tepla sa voda, ktorá prichádza k vyhrievanej doštičke odparuje a prechádza membránou vo forme pary k skúšobnej vzorky. Pri odparovaní vody sa teplota doštičky znižuje a klesá. Aby sme zachovali teplotu zvyšujeme tepelný tok. Vďaka tomu sme schopní stanoviť odolnosť voči vodným parám pri dosiahnutí ustálených podmienok [22].

Skúšobné vzorky sú vopred klimatizované. Pre určenie tepelnej odolnosti nastavíme povrchovú teplotu meracej jednotky na 35 °C, teplotu vzduchu na 20 °C, relatívnu vlhkosť na 65 % a rýchlosť prúdenia vzduchu na 1 m/s. Pre stanovenie odolnosti voči vodným parám nastavíme teplotu povrchu meracej jednotky a teplotu vzduchu na 35 °C, rýchlosť vzduchu na 1 m/s. Relatívna vlhkosť vzduchu je 40 %, musí byť konštantná a musí odpovedať parciálnemu tlaku vodných pár [22].

Výhrevná jednotka (doštička) nám simuluje ľudské telo. Preto skúšobné vzorky umiestňujeme rubnou stranou vzorky na meraciu jednotku. Ak máme vzorky zložené

z viacerých vrstiev, pokladáme ich v presnom poradí na meraciu jednotku tak, ako na ľudskom tele. Skúšobné vzorky musia ležať cez celý povrch doštičky bez napínania. Vzorky vystrihneme v rozmeroch 30 x 30 cm [22].

Tepelná odolnosť R_{et} sa vypočíta podľa [22]:

$$R_{et} = \frac{(T_m - T_a)A}{H - \Delta H_c} - R_{et0} \quad (3)$$

- T_m Teplota meracej jednotky [$^{\circ}\text{C}$]
- T_a Teplota vzduchu v skúšobnom priestore [$^{\circ}\text{C}$]
- A Plocha meracej jednotky [m^2]
- H Výhrevnosť dodávaná meracej jednotke [W]
- ΔH_c Korekcia pre výhrevnosť pri meraní tepelnej odolnosti
- R_{et0} Konštanta prístroja [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

Odolnosť voči vodným parám R_{et} sa vypočíta podľa [22]:

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a)A}{H - \Delta H_c} - R_{et0} \quad (4)$$

- p_m Nasýtený parciálny tlak vodnej páry [Pa] na povrchu meracej jednotky pri teplote T_m
- p_a Parciálny tlak vodnej páry vo vzduchu [Pa] v skúšobnom priestore pri teplote T_a
- A Plocha meracej jednotky [m^2]
- H Výhrevnosť dodávaná meracej jednotke [W]
- ΔH_c Korekcia pre výhrevnosť pri meraní tepelnej odolnosti
- R_{et0} Konštanta prístroja [$\text{m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{W}^{-1}$]

Tepelnú odolnosť a odolnosť voči vodným parám skúšaného materiálu vypočítame ako aritmetický priemer jednotlivých skúšok merania. Čím je hodnota R_{et} nižšia, tým je priepustnosť textílie pre vodné páry vyššia [19, 22].

2. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

2.1 Cieľ experimentu

Úlohou diplomovej práce je odskúšať vybrané metódy pre zisťovanie horľavosti na vybraných textilných materiáloch v laboratóriách KOD. Vybrať vhodný textilný materiál, ktorý sa používa na výrobu špeciálnych odevov s požiadavkou na horľavosť. Zhodnotiť jeho fyziologické vlastnosti a nájsť možnosti zlepšenie komfortu odevu pri nosení vyrobeného z tohto materiálu.

2.2 Popis zariadení

Pre stanovenie horľavosti odevných materiálov používame automatické zariadenie M233B. S týmto prístrojom sme schopný zaradiť odevný materiál do jednotlivých skupín. Rozlišujeme dve skupiny materiálov. Materiály, ktoré horia úplne a materiály, ktoré nehoria vôbec, prípadne majú malé dohorievanie plameňa [23].

Meranie priepustnosti vzduchu textílii nám umožňuje prístroj SDL MO21S. S týmto prístrojom sme schopný zmerať rýchlosť prúdenia vzduchu, ktorý prechádza danou plochou textílie. Automatická klimatická komora Vötsch 0060 nám umožňuje stanoviť odolnosť voči vodným parám daného odevného materiálu [22, 24].

2.2.1 Automatické zariadenie M233B

M233B je automatické zariadenie pre skúšky horľavosti. Umožňuje nám stanoviť odolnosť voči horľavosti a meranie rýchlosti šírenia plameňa u zvislo umiestnených textílii. Automatické zariadenie na obr. 6 je ovládané pomocou dotykového LCD displeja. Výsledky testov je možné ukladať na USB flash disk, aj bez pripojenia k počítaču [23].

Toto automatické zariadenie sa skladá z týchto hlavných častí a to z panela pre manuálne ovládanie, z pravého bočného panela, z výhrevného telesa, z regulátora plynu, zo zostavy horáku a zo značkovačov. Súčasťou tohto zariadenia je elektromagnetický plynový horák, šesť druhov kolíkových rámov (držiakov vzorky) so šablónami, ktoré

odpovedajú príslušnej norme. Zariadenie ďalej obsahuje meradlo dĺžky plameňa, odoberateľnú nerezovú nádobu na odpad, značkovacie nite z bielej mercerovanej bavlny o dĺžkovej hmotnosti 45–50 tex, filtračný papier o plošnej hmotnosti $(68 \pm 6) \text{ g/m}^2$, rozpernú vložku na plynový horák (17 mm a 20 mm) pre zapálenie povrchu a zapálenie hrany vzorky [23].

Skúšky sa vykonávajú v prostredí, kde teplota okolitého prostredia je od 15 do 30 °C, relatívna vlhkosť vzduchu 45–65 % a prúdenie vzduchu behom skúšky je do 0,2 m/s. Zariadenie je nutné nastaviť podľa požiadaviek danej normy. Prístroj M233B nám umožňuje nastaviť maximálnu dobu horenia len na 99 sekúnd [23].



Obr. 6 Automatické zariadenie M233B [23]

2.2.2 Prístroj SDL M021S

Prístroj SDL M021S je určený k meraniu priedušnosti plošných textílií podľa ČSN EN ISO 9237. Umožňuje nám merať rýchlosť prúdenia vzduchu, ktorý prechádza kolmo danou plochou textílie pri určitom tlakovom spáde [24].

Prístroj na obr. 7 má oddelené vákuové čerpadlo a ovláda sa pomocou pedálu. Prúd vzduchu je možné nastaviť od 0,05–415 ml/s. Meria sa pomocou 4 rotametrov so stupnicou a izolovanými ventilmi. Vzorky materiálu sa upínajú s použitím dostatočného

napätia do kruhového držiaka vzorky, ktorého plocha má 20 cm². Rozsah meraného prístroja ALMEMA je od 0 Pa až do 2 kPa. Tlakový spád na ALMEMO nastavujeme pomocou ventilu [24].

Rozsah štyroch prútokomerov [24]:

- Prútokomer 1 od 0,1–1,0 ml/s
- Prútokomer 2 od 0,4–5,8 ml/s
- Prútokomer 3 od 4,0–40 ml/s
- Prútokomer 4 od 40–400 ml/s



Obr. 7 Prístroj SDL M021S

2.2.3 Automatická klimatická komora Vötsch 0060 s prístrojom Permetest

Vötsch 0060 je automatická klimatická komora na obr. 8 určená pre meranie tepelnej odolnosti a odolnosti voči vodným parám podľa normy ČSN EN 31092 [22].

V klimatickej komore na obr. 9 je skúšobné zariadenie Permetest, ktoré obsahuje meraciu jednotku s reguláciou teploty prívodu vody a tepelný chránič s reguláciou teploty. Meracia jednotka s kontrolou teploty a prívodu vody sa skladá z kovovej doštičky, ktorá je pripevnená ku kovovému vodivému bloku s elektrickým ohrievacím elementom. Kovová doštička musí byť pórovitá a je zakrytá membránou, ktorá nám umožňuje prepúšťať vodné pary. Pre meranie odolnosti voči vodným parám je doštička obklopená tepelným chráničom. Do prednej časti kovového výhrevného bloku vedú kanáliky, ktoré sa dotýkajú poréznej doštičky, to umožňuje privádzanie vody

z dávkovacieho zariadenia. Zariadenie má regulátor teploty obsahujúci teplotné čidlo, ktoré musí udržať povrchovú teplotu meracej jednotky. Voda privádzaná k meracej jednotke musí byť predhriata na teplotu meracej jednotky. Dosiahneme to tým, že voda je vedená trúbkami tepelného chrániča [22].

Tepelný chránič je z materiálu s vysokou tepelnou odolnosťou a musí obsahovať výhrevné elementy. Úlohou tepelného chrániča je zabrániť úniku tepla zo strán a zo spodnej časti meracej jednotky. Medzi kovovou doštičkou a vrchnou stranou tepelného chrániča nesmie byť medzera väčšia než 1,5 mm. Tepelný chránič je vybavený teplotným čidlom a kontrolou teploty [22].

V skúšobnom priestore je zabudovaná meracia jednotka a tepelný chránič, kde teplota a vlhkosť okolitého vzduchu sú regulovateľné. Teplota prúdu vzduchu musí byť regulovaná s presnosťou $\pm 0,1$ K po doby skúšky. Relatívna vlhkosť prúdu vzduchu musí byť regulovaná s presnosťou ± 3 % v priebehu trvania skúšky [22].



Obr. 8 Automatická klimatická komora Vötsch [25]

Vnútro skúšobného zariadenia je vyrobené z lesklej a ušľachtilej ocele. V ňom je zabudovaná meracia jednotka a tepelný chránič (Permetest). Tento skúšobný priestor je zaistený uzamykateľnými dverami. V priebehu skúšky nie je možné otvoriť klimatickú komoru, pretože by došlo k prerušeniu skúšky a tým k nepresnému vyhodnoteniu.

Klimatická komora je ovládaná pomocou dotykového displeja. Priebeh a vyhodnotenie celej skúšky je možné sledovať na počítači [22].



Obr. 9 Prístroj Permetest

2.3 Popis vzorku materiálu

Testovacie vzorky sme získali od firmy VOCHOC s.r.o., DEVA FM s.r.o. a VÚB a.s. Všetky tieto firmy sídlia v Českej republike. Firma VOCHOC s.r.o. a DEVA FM s.r.o. sa zaoberajú vývojom a výrobou ochranných pracovných odevov a prostriedkov. Výrobky sú vhodné pre všetkých pracovníkov (hasiči, záchranári, armáda, polícia), ktorí sa pohybujú v extrémnych podmienkach ako je oheň, sálavé teplo, voda, chemikálie a iné nebezpečné látky. Firma VÚB a.s. je známa v oblasti výskumu, predovšetkým v technológii rotorového pradenia. V súčasnej dobe ponúka okrem priadzi a špeciálnych ochranných odevov aj materiály so zníženou horľavosťou a antibakteriálnou úpravou pre výrobu spodnej bielizne [13, 14, 26].

Jednotlivé vzorky materiálov sme použili z troch rôznych typov odevov a to zo spodnej bielizne, pracovnej rovnošaty a zo zásahového odevu. Spodná bielizeň a pracovná rovnošata sa skladá z jednej vrstvy. Pre porovnanie vlastností sme použili spodnú bielizeň z horľavého a z nehorľavého materiálu. U zásahového odevu sme testovali okrem základnej vrstvy aj ďalšie tri prídavné materiály. Prídavné materiály sa vkladajú len na určité miesta, nie sú v celom odeve. Účelom týchto materiálov je plniť určitú funkciu (zabránenie knôtového efektu, zosilnenie namáhaných miest). Stručný popis vybraných vzoriek materiálu je zobrazený v tabuľke 2.

Tab. 2 Prehľad použitých vzoriek materiálu [13, 14, 27]

Druh odevu	Materiálové zloženie	Plošná hmotnosť [g/m ²]
Spodná bielizeň I.	60% PROTEX, 40% bavlny	186
Spodná bielizeň II.	60% Lenzing FR (viskózové vlákna- modifikované), 20% SeaCell active, 20% SeaCell pure	175
Pracovná rovnošata PS II.	100% NOMEX (meta-aramid. vlákna)	220
Zásahový odev FR3-FireHorse	<u>Vrchná vrstva</u> 53% KERMEL (polyamidoimid), 39% Lenzing FR (viskózové vlákna- modifikované), 6% Technora, 2% uhlík. vlákna	230
	<u>Vnútoraná vrstva</u> PU membrána TOPAZ	140
	<u>Spodná izolačná vrstva</u> 50% Aramid, 50% Lenzing FR (viskózové vlákna- modifikované)	250
	<u>Prídavná izolačná vrstva</u> 50% NOMEX (meta-aramid. vlákna), 50% viskóza FR	125
	<u>Prídavná spodná vrstva</u> 100% Aramid PU náterom	220
	<u>Prídavná vrchná vrstva</u> 100% KEVLAR (para-aramid. vlákna)	380

2.3.1 Spodná bielizeň I.

Testovacie vzorky materiálu sme získali od VÚB a.s. z Ústí nad Orlicí. Táto spodná bielizeň je určená na pracoviská s tepelným rizikom. Materiál sa skladá z jednej vrstvy, ktorá zároveň prichádza do styku s pokožkou. Táto vrchná vrstva obsahuje 60% PROTEX a 40% bavlnu, ide o výplnkovú pleteninu. Výrobca udáva plošnú hmotnosť materiálu 186 g/m² [27].

2.3.2 Spodná bielizeň II.

Od VÚB a.s. z Ústí nad Orlicí sme získali aj testovacie vzorky na spodnú bielizeň II. Ide o jednovrstvový materiál, ktorý prichádza do styku s pokožkou. Spodná bielizeň II. nie je vhodná do prostredia, kde hrozí tepelné riziko. Materiál sa skladá zo 60% Lenzing FR, 20% SeaCell active a 20% SeaCell pure, ide o pleteninu interlock. Výrobca udáva, že plošná hmotnosť tejto testovacej vzorky je 175 g/m² [27].

2.3.3 Pracovná rovnošata PS II.

Testovacie vzorky pre výrobu pracovnej rovnošaty PS II. sme získali od firmy DEVA FM s.r.o. Pracovná rovnošata PS II. je určená na pohyb na stanici, vonkajšie zásahy a technickú asistenciu. Materiál je jednovrstvový a obsahuje 100% NOMEX. Odevný materiál je tkaný vo väzbe Rip-Stop. Plošná hmotnosť materiálu, ktorý výrobca udáva je 220 g/m² [14].

2.3.4 Zásahový odev FR3-FireHorse

Materiál zo zásahového odevu FR3-FireHorse nám poskytla spoločnosť VOCHOC s.r.o. Tento zásahový odev je určený predovšetkým pre likvidáciu požiarov a zásahov aj v tých najťažších podmienkach [13].

Skladá sa z niekoľkých vrstiev materiálu (základná a prídavná vrstva). Základná vrstva je v celej časti odevu (kabát, nohavice). Skladá sa z vrchnej, vnútornej a spodnej

vrstvy. Vrchná vrstva obsahuje 53% KERMEL, 39% Lenzing FR, 6% Technora a 2% uhlíkové vlákna. Táto vrstva je tkaná väzbou Rip-Stop a jej plošná hmotnosť je 230 g/m². Povrchová úprava vrchnej vrstvy zaručuje odolnosť proti vode a chemickým kvapalinám. Vnútna vrstva je zložená z polyuretánovej membrány TOPAZ, ktorá je nalaminovaná na úplet Interlock. Výrobca udáva plošnú hmotnosť vrstvy 140 g/m². Poslednou základnou vrstvou je spodná izolačná vrstva s podšívkou. Táto vrstva obsahuje 50% Aramid a 50% Lenzing FR. Spodná vrstva je po celej ploche prešitá a jej plošná hmotnosť je 250 g/m² [13].

Zásahový odev FR3-FireHorse je vybavený prídavnými materiálmi. Ide o tri vrstvy (izolačná, spodná a vrchná prídavná vrstva), ktoré nie sú po celej ploche odevu. Prídavná izolačná vrstva sa používa len na miesta, ktoré sú najviac zaťažené teplom. Vrstva obsahuje 50% NOMEX a 50% VS FR. Jej plošná hmotnosť, ktorú výrobca udáva je 125 g/m². Prídavná spodná vrstva sa používa len na spodný okraj kabátu a rukávu. Jej úlohou je, aby nedochádzalo ku knôtovému efektu (transportuje vlhkosť z povrchu pokožky), vzliňaniu vody. Obsahuje 100% Aramid s polyuretánovým náterom a jej plošná hmotnosť je 220 g/m². Treťou vrstvou je vrchná prídavná vrstva obsahujúca 100% KEVLAR. Plošná hmotnosť vrstvy je 380 g/m². Táto prídavná vrchná vrstva sa používa na zosilnenie miest, ktoré sú mechanicky namáhané. Najčastejšie sa používajú v oblasti kolien a ramien [13].

2.4 Prevedenie experimentu

Experiment spočíva k vyskúšaniu piatich metód podľa daných noriem pre zisťovanie horľavosti textilných materiálov. Testovacie vzorky sú vybrané z materiálov, ktoré sú z rôzneho materiálového zloženia (spodná bielizeň I., spodná bielizeň II., pracovná rovnošata PS II., zásahový odev FR3-FireHorse). Na základe vyhodnotenia všetkých testovacích vzoriek vyberieme vhodný materiál splňujúci požiadavky horľavosti na výrobu špeciálnych odevov. Zistíme fyziologické vlastnosti vybraného materiálu z hľadiska priedušnosti vzduchu a odolnosti voči vodným parám. Navrhujeme niekoľko možností zlepšenia komfortu pri nosení špeciálneho odevu.

2.4.1 Zisťovanie horľavosti textilných materiálov

Na zisťovanie horľavosti sme použili všetky štyri druhy odevu o rôznych materiálových zloženiach. Celkovo sme použili deväť vzoriek zo štyroch druhov odevu. Horľavosť textilných materiálov sme zisťovali pomocou piatich metód podľa daných noriem. Na každú metódu sme pre porovnanie použili iný druh odevu. Presný postup skúšky je zobrazený v rešeršnej časti podľa daných noriem. Všetky testovacie vzorky sme pred skúškou klimatizovali v ovzduší o teplote $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu $(65 \pm 5) \%$ po dobu najmenej 24 hodín [23].

1. Metóda podľa BS 5438

Metóda pre zisťovanie horľavosti zvislo umiestnených vzoriek. Umožňuje nám posúdiť maximálnu mieru celkového poškodenia zvisle umiestnených textílii pôsobením plameňa za stanovených podmienok. Plameň pôsobí na povrch vzorku 10 sekúnd. Na túto metódu sme použili materiál zo spodnej bielizne I. Ide o šesť vzoriek vo veľkosti 200 x 160 mm [10].

2. Metóda podľa ČSN EN 1103

Metóda, ktorá nám určuje podrobný postup pre zisťovanie chovania pri horení u plošných textílii pre odevy. Určuje chovanie textílii pôsobením plameňa na povrch zvislo umiestnených textílii za stanovených podmienok. Je nutné, aby boli vzorky vopred podrobené jednému praciemu cyklu a sušeniu podľa normy EN 26330. Plameň necháme pôsobiť 10 sekúnd na vonkajší povrch vzorky. Pre túto metódu sme použili šesť vzoriek o rozmere 560 x 170 mm zo spodnej bielizne II. [9].

3. Metóda podľa ČSN EN ISO 6941

Metóda merania rýchlosti šírenia plameňa u zvislo umiestnených skúšobných vzoriek za stanovených podmienok. Plameň pôsobí po dobu 10 sekúnd na povrch vzorky. Na túto metódu sme použili šesť vzoriek z pracovnej rovnošaty PS II. s rozmermi 560 x 170 mm [7].

4. Metóda podľa ČSN EN ISO15025

Metóda skúšania pre obmedzené šírenie plameňa. Účelom tejto metódy je hodnotiť vlastnosti textílii pri obmedzenom šírení plameňa u zvislo orientovaných textílii za stanovených podmienok. Na povrch vzorky necháme pôsobiť plameň po dobu 10 sekúnd. Použili sme šesť testovacích vzoriek zo zásahového odevu FR3-FireHorse v rozmeroch najmenej 150 x 100 mm. V tejto metóde sme zisťovali horľavosť základnej vrstvy zásahového odevu. Ide o meranie troch vrstiev dohromady (vrchná, vnútorná a spodná vrstva) [6].

5. Metóda podľa ČSN EN ISO 6940

Metóda zisťovania jednoduchosti zapálenia zvislo umiestených skúšobných vzoriek. Používa sa pre stanovenie priemernej doby zapálenia zvislo umiestených textílii za stanovených podmienok. Plameň horáka necháme pôsobiť na povrch vzorky po dobu, stanovenú ako približnú dobu zapálenia. Ak u predchádzajúcej vzorky došlo k zapáleniu, skrátime dobu pôsobenia plameňa na 1 sekundu. Pokiaľ došlo k nezapáleniu, predĺžime dobu pôsobenia plameňa na 1 sekundu. V tejto metóde sme použili všetky druhy odevu (spodná bielizeň I., spodná bielizeň II., pracovnú rovnošatu PS II. a zásahový odev FR3-FireHorse). U zásahového odevu sme zisťovali horľavosť jednotlivých vrstiev. Vzorky sú v rozmeroch 200 x 80 mm. Musí dochádzať minimálne k piatim prípadom zapálenia a piatim prípadom nezapálenia vzorky [8].

2.4.2 Zisťovanie priedušnosti vzduchu materiálu

Na základe vyhodnotenia horľavosti sme pre zisťovanie priedušnosti vzduchu použili vzorky zo zásahového odevu FR3-FireHorse. Zisťovali sme priedušnosť jednotlivých vrstiev (tri materiály zo základnej vrstvy, tri materiály z prídavnej vrstvy) a základnej vrstvy zásahového odevu (vrchná + vnútorná + spodná vrstva). Testovacie vzorky sme vystrihli v rozmeroch 10 x 10 cm. Vzorky sme pred skúškou klimatizovali v ovzduší pri teplote $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu $(65 \pm 5) \%$ po dobu najmenej 24 hodín. Vzorky upevníme na kruhový držiak lícnou stranou na hor pre zisťovanie odolnosti voči preniknutiu vetra z okolitého prostredia. U vzoriek zložených

z niekoľkých vrstiev musíme dbať na presné poradie, kde vzorky kladieme na kruhový držiak v poradí ako na ľudské telo. Nastavíme si doporučený tlakový spád po zapnutí sacieho ventilátora. Približne po 1 minúte odčítame prietok vzduchu. Skúšku opakujeme pri rovnakých podmienkach 10 krát [21].

2.4.3 Zisťovanie odolnosti voči vodným parám materiálu

Pre zisťovanie odolnosti voči vodným parám sme aj v tomto prípade použili vzorky zo zásahového odevu FR3-FireHorse. Pri tejto skúške sme testovali vzorky zložené z niekoľkých vrstiev. Použili sme základnú vrstvu (vrchná + vnútorná + spodná vrstva) a pre porovnanie aj základnú vrstvu spolu s prídavnými materiálmi (prídavná vrchná + prídavná spodná + vrchná + prídavná izolačná + vnútorná + spodná vrstva). Všetky testovacie vzorky sme si vystrihli v rozmeroch 30 x 30 cm a klimatizovali po dobu najmenej 24 hodín v ovzduší pri teplote $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu $(65 \pm 5) \%$. Testovacie vzorky sú pokladané v presnom poradí ako na ľudskom tele na rubnú stranu meracej jednotky. Je nutné nastaviť teplotu povrchu meracej jednotky a teplotu vzduchu na $35 ^\circ\text{C}$ pri relatívnej vlhkosti 40 % a rýchlosť prúdenia vzduchu na 1 m/s [22].

2.5 Vyhodnotenie experimentu

Výsledkom skúšky horľavosti je zaradenie odevného materiálu do dvoch skupín. Materiály, ktoré horia úplne a materiály, ktoré nehoria vôbec, prípadne majú malé dohorievanie plameňa. Výsledkom merania priedušnosti vzduchu a odolnosti voči vodným parám sú namerané hodnoty, ktoré sú prehľadne zobrazené v jednotlivých tabuľkách. Na základe týchto hodnôt sme schopný vyhodnotiť testovacie vzorky pre dané skúšky. Materiál je priedušnejší, čím je hodnota priedušnosti vyššia. Opačným príkladom je odolnosť voči vodným parám. Platí, že čím je hodnota menšia, tým nám materiál lepšie dýcha. Presný postup a vyhodnotenie jednotlivých skúšok je zobrazený v nasledujúcich kapitolách.

2.5.1 Vyhodnotenie horľavosti textilných materiálov

Na automatickom zariadení M233B sme vykonali skúšky horľavosti textilných materiálov. Vzorky materiálov sú spolu s jednotlivými metódami prehľadne zobrazené v tabuľke 3. Výsledky a vyhodnotenia skúšok horľavosti pre jednotlivé odevné materiály sme spracovali do nasledujúcich tabuliek.

Tab. 3 Prehľad použitých testovacích vzorkou podľa daných metód

Použitá metóda podľa normy	Testovacia vzorka
BS 5438	Spodná bielizeň I.
ČSN EN 1103	Spodná bielizeň II.
ČSN EN ISO 6941	Pracovná rovnošata PS II.
ČSN EN ISO15025	Zásahový odev FR3-FireHorse: Základná vrstva (vrchná + vnútorná + spodná vrstva)
ČSN EN ISO 6940	Spodná bielizeň I. Spodná bielizeň II. Pracovná rovnošata PS II. Zásahový odev FR3-FireHorse: Vrchná vrstva Zásahový odev FR3-FireHorse: Vnútorná vrstva Zásahový odev FR3-FireHorse: Spodná vrstva Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná izolačná vrstva Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná spodná vrstva Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná vrchná vrstva

Metóda podľa BS 5438

Výsledné parametre skúšky podľa BS 5438 sú zobrazené v tabuľke 4. Na vzorku nevznikla žiadna diera a oheň sa nerozširoval. Na žiadnom testovacom vzorku nedošlo k horeniu materiálu. Doba horenia spodnej bielizne I. je 0 sekúnd. Preto sme dospeli k jednoznačnému záveru, že spodná bielizeň I. je z nehorľavého materiálu.

Tab. 4 Vyhodnotenie spodnej bielizne I. podľa BS 5438

Orientácia vzorku	Na dĺžku			Na šírku		
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
Rozšírenie plameňa do okraja vzorku	N	N	N	N	N	N
Diera dosiahla okraja	N	N	N	N	N	N
Zvyšky horenia	N	N	N	N	N	N
Doba horenia [s]	0	0	0	0	0	0
Doba dožehu [s]	0	0	0	0	0	0
Max. vertikálny rozsah diery [mm]	N	N	N	N	N	N
Max. horizontálny rozsah diery [mm]	N	N	N	N	N	N

Metóda podľa ČSN EN 1103

Údaje o vyhodnotení skúšky podľa ČSN EN 1103 sú zobrazené v tabuľke 5. Z výslednej tabuľky môžeme vidieť, že vzorky zo spodnej bielizne II. sa zapálili v oboch smeroch. U všetkých vzorkách došlo k pretrhnutiu prvej a tretej značkovacej nite. Doba, za ktorú došlo k pretrhnutiu od prvej na tretiu značkovaciu niť je u vzoriek vystrihnutých po dĺžke 13,6 s. U vzoriek vystrihnutých na šírku je doba 12,3 s. Vďaka týmto výsledkom sme dokázali, že spodná bielizeň II. je z horľavého materiálu.

Tab. 5 Vyhodnotenie spodnej bielizne II. podľa ČSN EN 1103

Orientácia vzorku	Na dĺžku					
Číslo vzorku	1		2		3	
Značkovacia niť	1	3	1	3	1	3
Pretrhnutie	A	A	A	A	A	A
Doba(y) [s]	12,1	12,2	16,0	18,6	13,4	9,5
Priemer doby od prvej na tretiu značkovaciu niť [s]	13,6					
Doba horenia [s]	0		1,0		0,9	
Doba dožehu [s]	0		0		0	
Povrchové vzplanutie	N		N		N	
Vzplanul filtračný papier	N		N		N	

Orientácia vzorku	Na šírku					
Číslo vzorku	1		2		3	
Značkovacia niť	1	3	1	3	1	3
Pretrhnutie	A	A	A	A	A	A
Doba(y) [s]	13,2	13,8	12,5	9,2	13,5	11,5
Priemer doby od prvej na tretiu značkovaciu niť [s]	12,3					
Doba horenia [s]	1,1		1,0		1,2	
Doba dožehu [s]	0		0		0	
Povrchové vzplanutie	N		N		N	
Vzplanul filtračný papier	N		N		N	

Metóda podľa ČSN EN ISO 6941

V tabuľke 6 môžeme vidieť vyhodnotenie horľavosti pracovnej rovnošaty PS II. podľa ČSN EN ISO 6941. Z výslednej tabuľky je vidieť, že nedošlo k pretrhnutiu žiadnej značkovacej nite. Ani u jednej vzorky nedošlo k zapáleniu, doba horenia vzorkou je 0 sekúnd. Na základe týchto výsledkov sme prišli k jednoznačnému názoru, že materiál z pracovnej rovnošaty PS II. je nehorľavý.

Tab. 6 Vyhodnotenie pracovnej rovnošaty podľa ČSN EN ISO 6941

Orientácia vzorku	Na dĺžku									Na šírku								
Číslo vzorku	1			2			3			4			5			6		
Značk. niť	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pretrhnutie	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Doba (y) [s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Metóda podľa ČSN EN ISO15025

Výsledky skúšky horľavosti základnej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse podľa ČSN EN ISO 15025 sú zaznamenané v tabuľke 7. Podľa tejto výslednej tabuľky

môžeme jednoznačne povedať, že základná vrstva zásahového odevu je nehorľavá. Nedochádza k zapáleniu povrchu vzorky.

Tab. 7 Vyhodnotenie základnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 15025

Orientácia vzorku	Na dĺžku			Na šírku		
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
Doba dohorievania plameňom [s]	0	0	0	0	0	0
Doba dohorievania žhnutím [s]	0	0	0	0	0	0
Odpadnuté zvyšky zapálili filtračný papier	N	N	N	N	N	N
Nehoriace odpadnuté zvyšky vzorku	N	N	N	N	N	N
Vytvorenie diery min. 5 mm	N	N	N	N	N	N
Rozšírenie plameňa do okraja vzorku	N	N	N	N	N	N
Rozšírenie žhnutím do nepoškodenej časti	N	N	N	N	N	N

Metóda podľa ČSN EN ISO 6940

Vyhodnotenie zapálenia spodnej bielizne I. podľa ČSN EN ISO 6940 môžeme vidieť v tabuľke 8. Materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.). Preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 sekúnd sa tento materiál nezapálil, tým sme potvrdili, že materiál zo spodnej bielizne I. je nehorľavý. Na základe tejto informácií sme testovanie horľavosti spodnej bielizne I. ukončili len na troch testovacích vzorkách.

Tab. 8 Vyhodnotenie spodnej bielizne I. podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie
2	50	Nezapálenie
3	99	Nezapálenie

Celkový priebeh zapálenia skúšobnej vzorky zo spodnej bielizne II. je zobrazený v tabuľke 9. Materiál zo spodnej bielizne II. sa po pôsobení 2 sekúnd zapálil. V našom prípade došlo k siedmim prípadom zapáleniu a piatim prípadom nezapáleniu vzorky.

Priemerná hodnota zaznamenaných dôb, kedy nedošlo k zapáleniu sú 2 sekundy. Následne sme k 2 sekundám pripočítali 0,5 sekúnd, tým sme získali priemernú hodnotu zapálenia. V tomto prípade je priemerná doba zapálenia 2,5 sekúnd, materiál je horľavý.

Tab. 9 Vyhodnotenie spodnej bielizne II. podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	5	Zapálenie
2	4	Zapálenie
3	3	Zapálenie
4	2	Nezapálenie
5	3	Zapálenie
6	2	Nezapálenie
7	3	Zapálenie
8	2	Nezapálenie
9	3	Zapálenie
10	2	Nezapálenie
11	3	Zapálenie
12	2	Nezapálenie

Vyhodnotenie zapálenia materiálu z pracovnej rovnošaty PS II. je zobrazený v tabuľke 10. Vzorky pracovnej rovnošaty sa nezapálili ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.). Preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 sekúnd sa tento materiál nezapálil, tým sme testovanie ukončili. Aj v tomto prípade sa nám potvrdilo, že pracovná rovnošata je naozaj nehorľavá.

Tab. 10 Vyhodnotenie pracovnej rovnošaty podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie
2	50	Nezapálenie
3	99	Nezapálenie

Výsledky zapálenia základnej vrchnej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse sú zobrazené v tabuľke 11. Testovacie vzorky sa nezapálili ani po maximálnej dobe

pôsobenia plameňa (20 s.). Preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 sekúnd sa tento materiál nezapálil. Základná vrchná vrstva zásahového odevu je nehorľavá, preto sme v skúške ďalej nepokračovali.

Tab. 11 Vyhodnotenie vrchnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenie)
1	20	Nezapálenie
2	50	Nezapálenie
3	99	Nezapálenie

Priebeh zapálenia základnej vnútornej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse je zobrazený v tabuľke 12. Materiál sa už po pôsobení 1 sekundy zapálil. Došlo k piatim prípadom zapáleniu a piatim prípadom nezapáleniu vzorky. Priemerná hodnota dôb, kedy nedošlo k zapáleniu je 0 sekúnd. Pre získanie priemernej hodnoty zapálenia sme k 0 sekúnd pripočítali 0,5 sekúnd. Tým sme dosiahli, že základná vnútorná vrstva zásahového odevu je horľavá. Jej priemerná doba zapálenia je 0,5 sekúnd.

Tab. 12 Vyhodnotenie vnútornej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenie)
1	1	Zapálenie
2	0	Nezapálenie
3	1	Zapálenie
4	0	Nezapálenie
5	1	Zapálenie
6	0	Nezapálenie
7	1	Zapálenie
8	0	Nezapálenie
9	1	Zapálenie
10	0	Nezapálenie

Vyhodnotenie zapálenia základnej spodnej izolačnej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse sú zobrazené v tabuľke 13. Testovacie vzorky sa nezapálili ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.). Preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po

dosiahnutí 99 sekúnd sa tento materiál nezapálil. Zistili sme, že základná spodná izolačná vrstva zásahového odevu je nehorľavá, preto sme v skúške nepokračovali.

Tab. 13 Vyhodnotenie spodnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenie)
1	20	Nezapálenie
2	50	Nezapálenie
3	99	Nezapálenie

Výsledky zapálenia prídavnej izolačnej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse sú zobrazené v tabuľke 14. Materiál sa po pôsobení 3 sekúnd zapálil. V priebehu skúšky došlo k deviatim prípadom zapálenia a piatim prípadom nezapálenia vzorky. Priemerná hodnota zaznamenaných dôb, kedy nedošlo k zapáleniu sú 2 sekundy. Pre získanie priemernej hodnoty zapálenia sme k 2 sekundám pripočítali 0,5 sekúnd. Výsledná priemerná doba zapálenia prídavnej izolačnej vrstve zásahového odevu FR3-FireHorse je 2,5 sekúnd, materiál je horľavý.

Tab. 14 Vyhodnotenie príd. izolač. vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenie)
1	7	Zapálenie
2	6	Zapálenie
3	5	Zapálenie
4	4	Zapálenie
5	3	Zapálenie
6	2	Nezapálenie
7	3	Zapálenie
8	2	Nezapálenie
9	3	Zapálenie
10	2	Nezapálenie
11	3	Zapálenie
12	2	Nezapálenie
13	3	Zapálenie
14	2	Nezapálenie

V tabuľke 15 môžeme vidieť vyhodnotenie zapálenia prídavnej spodnej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse. Materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.). Preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 sekúnd sa tento materiál nezapálil, preto sme skúšku ukončili. Tým sme zistili, že prídavná spodná vrstva zásahového odevu je nehorľavá.

Tab. 15 Vyhodnotenie príd. spodnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie
2	50	Nezapálenie
3	99	Nezapálenie

Výsledky zapálenia prídavnej vrchnej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse sú zobrazené v tabuľke 16. Testovaný materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.). Preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 sekúnd sa tento materiál nezapálil. Skúšku sme preto ukončili už po tretej vzorke. Tým sme potvrdili, že aj posledná prídavná vrchová vrstva zásahového odevu je nehorľavá.

Tab. 16 Vyhodnotenie príd. vrchnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940

Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie
2	50	Nezapálenie
3	99	Nezapálenie

2.5.2 Vyhodnotenie priedušnosti vzduchu materiálu

Namerané hodnoty daných vrstiev zásahového odevu FR3-FireHorse sme získali pomocou prístroja SDL M021S. Na základe týchto hodnôt sme vypočítali priedušnosť textílii R [mm/s] podľa vzorca (5) a štatistické charakteristiky jednotlivých vrstiev a základnej vrstvy (vrchná + vnútorná + spodná vrstva). V tabuľke 17 sú zobrazené výsledné hodnoty [21].

Tab. 17 Vyhodnotenie priedušnosti vrstiev zásahového odevu

Číslo vzorku	Vrstva	Tlakový spád [Pa]	\bar{x} [l/min]	v [%]	95% IS [l/min]	R [mm/s]
1.	Vrchná vrstva	150	17,40	2,30	<16,8–18,0>	145,29
2.	Vnútoraná vrstva	150	0,13	7,69	<0,11–0,14>	1,09
3.	Spodná vrstva	20	11,61	7,92	<10,5–13,2>	96,94
4.	Prídavná izolačná vrstva	20	18,09	3,76	<17,1–19,8>	151,05
5.	Prídavná spodná vrstva	150	0	0	<0–0>	0
6.	Prídavná vrchná vrstva	150	0	0	<0–0>	0
7.	Základná vrstva	150	0,13	7,69	<0,11–0,14>	1,09

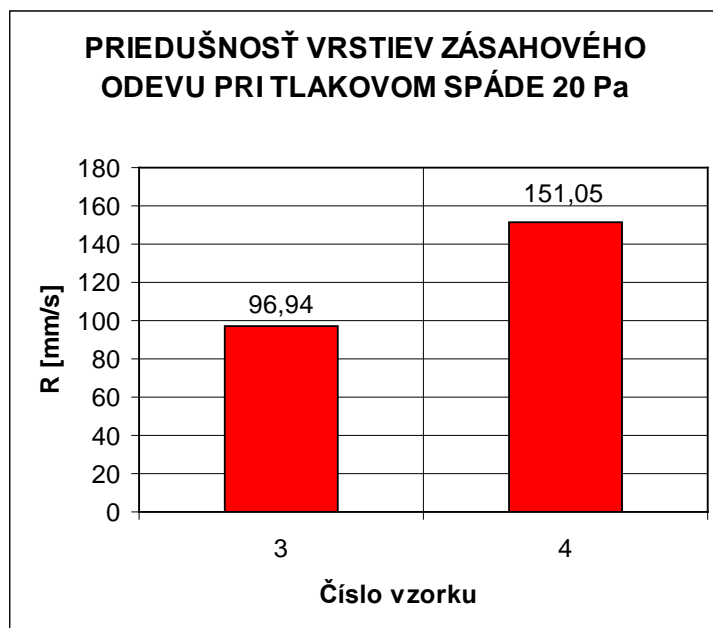
- \bar{x} Aritmetický priemer prúdenia vzduchu [l/min]
- v.....Variačný koeficient [%]
- 95% IS.....95% interval spoľahlivosti [l/min]
- R.....Priedušnosť [mm/s]

Priedušnosť testovacích vzorkou vypočítame pomocou vzorca [21]:

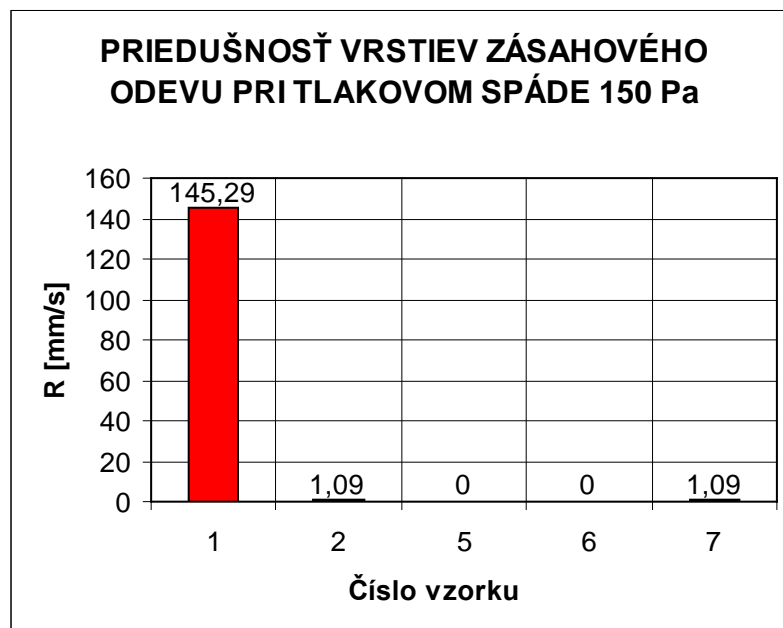
$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} 167 \text{ [mm/s]} \quad (5)$$

- \bar{q}_v Aritmetický priemer rýchlosti prietoku vzduchu [l/min]
- A.....Skúšaná plocha textílie [cm²]
- 167.....Prepočítavací faktor z [l/min] na [mm/s]

V priebehu merania sme zistili, že nie je možné merať vzorky pri rovnakom tlakovom spáde. Preto sme určili odlišný, ale za to vhodný tlakový spád pre všetky druhy materiálu. U spodnej vrstvy a prídavnej izolačnej vrstvy nám vychádzal tlakový spád 20 Pa. Hodnoty priedušnosti týchto vrstiev sú zobrazené na obr. 10. Pre meranie priedušnosti u ďalších vrstiev nám tlakový spád vychádzal 150 Pa. Výsledky týchto vrstiev sú zobrazené na obrázku 11.



Obr. 10 Graf priedušnosti vrstiev zásahového odevu pri tlakovom spáde 20 Pa



Obr. 11 Graf priedušnosti vrstiev zásahového odevu pri tlakovom spáde 150 Pa

Čím je hodnota R [mm/s] vyššia, tým je materiál priedušnejší. Z jednotlivých grafov môžeme vidieť, že zo siedmich testovacích vzoriek máme dva materiály nepriedušné. Ide o prídavnú spodnú a vrchnú vrstvu zásahového odevu. Ich namerané hodnoty boli nulové. Najviac priedušná je vrstva prídavná izolačná s hodnotou 151,05 mm/s pri tlakovom spáde 20 Pa. Základná vrstva zásahového odevu zložená z vrchnej, vnútornej a spodnej vrstvy je priedušná. Hodnota priedušnosti základnej vrstvy, ktorá siaha po celej časti odevu je 1,09 mm/s pri tlakovom spáde 150 Pa.

2.5.3 Vyhodnotenie odolnosti voči vodným parám materiálu

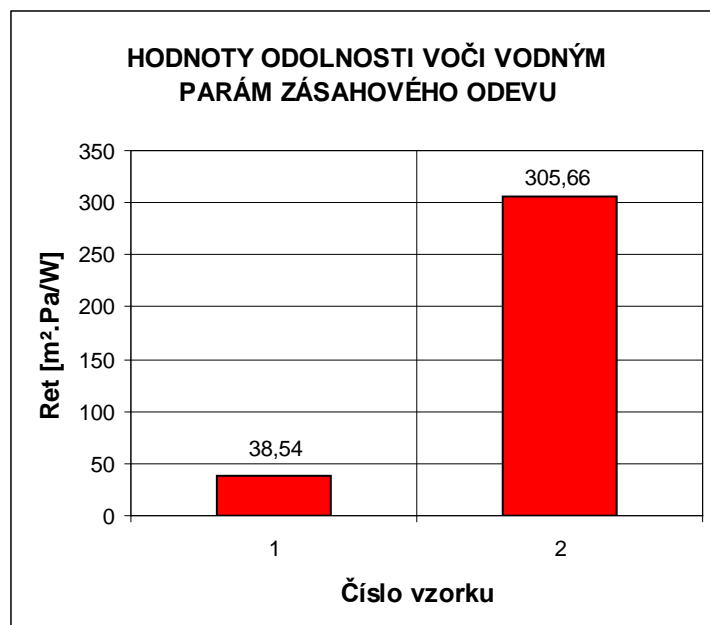
Pomocou klimatickej komory Vötsch 0060 sme získali hodnoty odolnosti voči vodným parám R_{et} [m².Pa.W⁻¹] pre jednotlivé vzorky. Pre každú vrstvu sme použili tri testovacie vzorky. Na základe týchto nameraných hodnôt sme vypočítali štatistické charakteristiky základnej vrstvy a základnej vrstvy s prídavnými materiálmi zásahového odevu, ktoré sú zobrazené v tabuľke 18.

Tab. 18 Vyhodnotenie odolnosti voči vodným parám zásahového odevu

Číslo vzorku	Vrstva	\bar{x} [m ² .Pa.W ⁻¹]	v [%]	95% IS [m ² .Pa.W ⁻¹]
1.	Základná vrstva	38,54	1,06	<38,03–39,05>
2.	Základná a prídavná vrstva	305,66	0,13	<305,24–306,2>

- \bar{x} Aritmetický priemer odolnosti voči vodným parám [m².Pa.W⁻¹]
- v Variačný koeficient [%]
- 95% IS.....95% interval spoľahlivosti [m².Pa.W⁻¹]

Hodnoty odolnosti voči vodným parám základnej vrstvy a základnej vrstvy s prídavným materiálom je zobrazený na obr. 12.



Obr. 12 Graf odolnosti voči vodným parám zásahového odevu

Je nám známe, že čím máme menší R_{et} , tým nám materiál lepšie dýcha. Pre špeciálne odevy platí, že pokiaľ je hodnota R_{et} do $30 \text{ m}^2.\text{Pa}.\text{W}^{-1}$ je materiál dobre dýchatel'ný. Kritická hodnota nastáva od $40 \text{ m}^2.\text{Pa}.\text{W}^{-1}$. Z grafu môžeme vidieť, že v našom prípade má základná vrstva hodnotu $38,54 \text{ m}^2.\text{Pa}.\text{W}^{-1}$, preto ju môžeme považovať za čiastočne vyhovujúcu. Opačným príkladom je vzorka číslo 2, kde má základná vrstva s prídavnými materiálmi hodnotu $305,66 \text{ m}^2.\text{Pa}.\text{W}^{-1}$ [19].

2.6 Zhrnutie výsledkov merania

Na základe vykonaných skúšok horľavosti sme schopný odev zaradiť buď do skupiny horľavých materiálov alebo do skupiny nehorľavých materiálov, ktoré majú prípadne malé dohorievanie plameňa. Stručný prehľad horľavosti jednotlivých materiálov je zobrazený v tabuľke 19. Na základe tejto tabuľky sme schopný usúdiť, či sú informácie o horľavosti daného odevu zhodné s údajmi, ktoré udáva výrobca. A do akých pracovných podmienok je vhodný daný textilný materiál.

Tab. 19 Zhrnutie výsledkov horľavosti materiálov

Testovací materiál	Výsledok skúšky horľavosti
Spodná bielizeň I.	Nehorí
Spodná bielizeň II.	Horí
Pracovná rovnošata PS II.	Nehorí
Zásahový odev FR3-FireHorse: Základná vrstva (vrchná + vnútorná + spodná vrstva)	Nehorí
Zásahový odev FR3-FireHorse: Vrchná vrstva	Nehorí
Zásahový odev FR3-FireHorse: Vnútorná vrstva	Horí
Zásahový odev FR3-FireHorse: Spodná vrstva	Nehorí
Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná izolačná vrstva	Horí
Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná spodná vrstva	Nehorí
Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná vrchná vrstva	Nehorí

Od firmy VÚB a.s. sme testovali dva druhy spodnej bielizne. Označili sme si ich ako spodná bielizeň I. a spodná bielizeň II. Na základe výsledkov skúšok horľavosti sme schopný spodnú bielizeň I. zaradiť medzi kvalitnú spodnú bielizeň. Táto bielizeň je vhodná do prostredia, kde hrozí tepelné riziko. Spodnú bielizeň II. sme zaradili do horšej kvality bielizne, ktorá nie je vhodná pre prácu, kde hrozí tepelné nebezpečenstvo. Na základe nášho merania sme zistili, že naše výsledky horľavosti spodných bielizni sa zhodujú s výsledkami, ktoré udáva výrobca.

Ďalší testovací odev je pracovná rovnošata PS II. od firmy DEVA FM s.r.o. Ide o zásahový odev jednovrstvový, ktorý má človeka chrániť aj pri vonkajších zásahov. Z tohto dôvodu sa na tento odev kladú vyššie požiadavky z hľadiska horľavosti. Z výsledku skúšky horľavosti je jasné, že všetky tieto požiadavky pracovná rovnošata splňuje. Je vhodná pre pohyb na stanici, technickú asistenciu, ale aj pre prácu pri vonkajších zásahov ako udáva výrobca.

Posledným testovacím materiálom je zásahový odev FR3-FirHorse od firmy VOCHOC s.r.o. Tento odev sa skladá z niekoľkých vrstiev, ktoré chránia človeka pred teplom, plameňom, vodou a mechanickým poškodením. Z výsledku horľavosti sme zistili, že odev splňuje všetky požiadavky z hľadiska bezpečnosti aj napriek tomu, že spodná a prídavná izolačná vrstva je horľavá. Tento zásahový odev FR3-FirHorse je preto vhodný aj pri likvidácii požiarov a zásahov v tých najťažších podmienkach ako

udáva výrobca. Zásahový odev sme testovali aj z oblasti komfortu. Kde sme zistili, že priedušnosť základnej vrstvy je nízka a prídavná vrchná a spodná vrstva sú nepriedušné. Z hľadiska odolnosti voči vodným parám môžeme základnú vrstvu zásahového odevu považovať za čiastočne vyhovujúcu.

2.7 Možnosti zlepšení komfortu zásahového odevu

V tejto časti sa budeme zaoberať niekoľkými možnosťami zlepšenia komfortu pri nosení zásahového odevu FR3-FireHorse. Aby sme zabránili poteniu potrebujeme u odevu ventiláciu a možnosť kontrolovať a regulovať teplo tela. Preto je nutné, aby sa nositeľ zásahového odevu obliekol správne [30].

Ako prvú základnú vrstvu pod zásahový odev musíme zvoliť spodnú bielizeň, ktorá odvádza vlhkosť, stabilizuje telesnú teplotu a zároveň ochráni pred popálením tela (PES s kombináciou nehorľavých vlákien). Oproti prírodným vláknam (bavlna, vlna) majú syntetické vlákna (PP, PES) nízku nasiakavosť, preto dokážu udržať telo v suchu a v teple. Druhou vrstvou môže byť fleecový odev, ktorý tepelne izoluje, zároveň odvádza vlhkosť a ochráni nositeľa pred popálením (kombinácia syntetických vlákien a nehorľavých vlákien). Kombinézy, bundy a nohavice sú poslednou treťou ochrannou vrstvou. Musia odvádzať vlhkosť, chrániť telo pred vonkajšími vplyvmi (ohneň, voda, chemikálie) a súčasne musí zachovávať vlastnosti spodných vrstiev. Tieto odevy sa skladajú z niekoľkých vrstiev materiálu. Do tejto skupiny odevov patrí aj zásahový odev FR3-FireHorse. Táto vrstva je najdôležitejšou časťou v systéme oblečenia [28, 29].

Nositeľ zásahového odevu si musí byť schopný upraviť teplotu tak, aby pracoval v komfortnej klíme. Podľa potreby si môže teplo udržať alebo vypúšťať. Teplotu je možné upraviť pomocou predného zipsu, ventilačných otvorov a sťahovacích páskou. Na zásahovom odeve FR3-FireHorse je zips skrytý légou a golierom tak, aby bránil prieniku do oblasti krku. Ďalšou výhodou tohto zásahového odevu sú sťahovacie pásky v oblasti spodného okraja nohavíc. Asi 80 % telesného tepla nám uniká hlavou, preto sa odporúča prikrývať krk a hlavu [4, 13].

Na základe výsledkov meraní sme zásahový odev FR3-FireHorse zaradili medzi kvalitné odevy určené pre prácu aj v tých najťažších podmienkach. A však nemôžeme zabudnúť, že z hľadiska komfortu zásahový odev nedosahoval najlepšie výsledky. Preto

sme po podrobnom preskúmaní našli niekoľko návrhov ako zlepšiť komfort pri nosení zásahového odevu FR3-FireHorse.

Návrhy pre zlepšenie komfortu pri nosení zásahového odevu:

- Zvoliť vhodné textilné materiály z hľadiska horľavosti, priedušnosti, izolácie a odvádzaní vlhkosti
- Zlepšiť strihovú konštrukciu odevu z hľadiska pohyblivosti
- Zvoliť ventilačné otvory
- Zvoliť vhodné textilné materiály z hľadiska nízkej hmotnosti celkového odevu

Textilné materiály na výrobu zásahového odevu musia splňovať niekoľko požiadaviek. Materiály musia prvom rade odvádzať vlhkosť, tepelne izolovať, chrániť človeka pred ohňom, vodou a chemikáliami. Celková hmotnosť obleku by nemala presahovať viac ako 3,5 kg [4].

Zásahový odev FR3-FireHorse musí nositeľa chrániť aj pri práci. Často krát sa nositeľ zásahového odevu pri splnení náročných úloh pohybuje v rôznych podmienkach. Preto je nutné, aby odev pri každom pohybe chránil človeka a zároveň mu nebránil v pohybe. Správny strih odevu obmedzuje riziko poranenia a zvyšuje komfort. Strih zásahového odevu by nemal byť obťahnutý okolo tela. Odev má byť dostatočne voľný, tým sa nositeľ cíti pohodlnejšie a nebráni mu v žiadnom pohybe. Na základe týchto poznatkov sme navrhli niekoľko možností ako vylepšiť zásahový odev z oblasti konštrukcie, ktorý môžeme vidieť na obrázku 13. Prvou úpravou z oblasti konštrukcie je predĺženie chrbta zásahového odevu. Umožní nám chrániť telo pred vonkajšími vplyvmi a zároveň zabráni úniku tepla. Vďaka rozšíreniu chrbta v oblasti lopatiek a spodného rukáva v oblasti podpazušia sa zásahový odev stane pohodlnejší. Nositeľa nebude obmedzovať v pohybe ani pri náročných úlohách. Poslednou úpravou je zvoliť strihovú konštrukciu ohnutého rukáva. Aj pri náročných pohyboch sa rukáv nebude skracovať, nebude brániť žiadnemu pohybu, tým sa stane zásahový odev pohodlnejší a komfortnejší [30].



Obr. 13 Možnosti zlepšenia strihovej konštrukcie zásahového odevu [13]

Legenda:

- 1.- Predĺžiť chrbát zásahového odevu
- 2.- Rozšíriť chrbát v oblasti lopatiek
- 3.- Rozšíriť spodný rukáv v oblasti podpazušia
- 4.- Zvoliť konštrukciu ohnutého rukávu

Ako poslednú možnosť zlepšenia komfortu pri nosení zásahového odevu sme zvolili ventilačné otvory. Vďaka týmto vetrením sme schopný upraviť teplotu pre optimálne pohodlie. Najlepšia možnosť umiestnenia ventilačných otvorov v závislosti na bezpečnosť a komfort je v oblasti podpazušia [30].

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce je analyzovať stanovenie nehorľavosti pre špeciálne odevy. Vybrať jeden druh špeciálneho odevu z hľadiska horľavosti. Zároveň na vybraný typ odevu navrhnúť niekoľko možností zlepšenia komfortu pri nosení. Existuje niekoľko druhov špeciálnych odevov určených do rôznych pracovných oblastí. My sme sa zaoberali špeciálnymi odevmi určenými pre hasičov a záchranárov.

Horľavosť textilných materiálov sme zisťovali pomocou piatich metód podľa daných noriem. Výsledky merania horľavosti sme následne zobrazili do jednotlivých tabuliek. Vďaka prezentovaným tabuľkám sme schopný daný druh odevu priradiť do dvoch skupín. Do prvej skupiny patria materiály, ktoré horia. V druhej skupine sú materiály, ktoré nehoria vôbec, prípadne majú malé dohorievanie plameňa. Na základe tohto priradenia môžeme jednoznačne povedať, že všetky druhy odevov určených pre hasičov a záchranárov sú zhodné s údajmi získanými od výrobcov. V našom prípade sú to výrobky získané od firiem VOCHOC s.r.o., DEVA FM s.r.o. a VÚB a.s.

Do skupiny špeciálnych odevov môžeme určite zaradiť zásahové odevy. Obecne platí, že sú na tieto odevy kladené vysoké nároky z hľadiska bezpečnosti a komfortu. V súčasnej dobe je k dispozícii niekoľko typov zásahových odevov od rôznych domácich aj zahraničných dodávateľov. A však je dôležité vedieť, že nie každý výrobca splňuje technické požiadavky, ktoré vychádzajú z technických noriem. Už v priebehu merania horľavosti sme videli, že náš testovaný materiál zo zásahového odevu FR3-FireHorse získaný od firmy VOCHOC s.r.o. dosahoval najlepšie výsledky a patrí medzi kvalitné zásahové odevy.

Pracovníci hasičskej a záchrannej služby musia vykonávať náročné úlohy pri vysokých aj nízkych teplotách. Komfort u zásahových odevov je preto veľmi dôležitý. Je schopný ovplyvniť celkové plnenie pracovných úloh. Z výsledkov meraní zobrazených v grafoch môžeme povedať, že náš testovaný odev z hľadiska komfortu nedosahoval najlepšie výsledky. Priedušnosť základnej vrstvy zásahového odevu FR3-FireHorse je nízka. U prídavnej vrchnej a spodnej vrstvy je priedušnosť nulová. Aj napriek tomuto zisteniu to však nepovažujeme za veľký problém, keďže prídavné vrstvy nemáme po celej ploche odevu. Výsledok merania výparného odporu základnej vrstvy je čiastočne vyhovujúci. Preto môžeme považovať základnú vrstvu zásahového odevu za dýchatelnú. Na druhej strane hodnota výparného odporu základnej vrstvy spolu

s prídavnými materiálmi je príliš vysoká a je považovaná až za katastrofickú hodnotu. Táto hodnota však slúži len na porovnanie. V skutočnosti nenájdeme na zásahovom odevu FR3-FireHorse miesto, ktoré by malo základnú vrstvu zloženú spolu zo všetkými prídavnými materiálmi.

Na základe získaných poznatkov sme sa rozhodli zaoberať podrobnejšie problematikou zvyšovania komfortu zásahového odevu FR3-FireHorse. Nositeľ zásahového odevu si musí byť schopný upraviť teplotu tak, aby pracoval v komfortnej klíme. Podľa potreby si musí teplo udržať alebo vypúšťať, zároveň však odev musí poskytovať dokonalú ochranu. V súčasnosti sa zásahové odevy neustále vylepšujú. Preto sme aj mi po podrobnejšom preskúmaní navrhli niekoľko možností ako zásahový odev FR3-FireHorse vylepšiť.

ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATURY

- [1] GRIM, S.: *Vše pro hasiče* [online]. [cit. 8.1.2011].
URL: <<http://firepatch.blog.cz/0712/pozar-horeni>>
- [2] MACHAŇOVÁ, D.: *Finální úpravy textilií – Nehořlavá úprava* [online].
Skripta TU v Liberci. [cit. 9.1.2011].
URL: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2003-02-17/14-20-47.pdf>>
- [3] POSPÍŠIL, Z. a kolektiv: *Průručka textilního odborníka I. část. 1. vydanie*
Praha: SNTL, 1981. 776s.
- [4] KUNZ, O. – VARGA, L. – HORÁK, A.: *Sborník ze symposia ochranné oděvy*.
1. vydanie Liberec: TUL – Fakulta textilní, 2002. 73s.
- [5] PILLER, B. – LEVINSKÝ, O.: *Malá encyklopedie textilních materiálů*.
2.dopl. vydanie Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1982. 232s.
- [6] ČSN EN ISO 15025 (83 2750): *Ochranné oděvy – Ochrana proti teplu a ohni –
Metoda zkoušení pro omezené šíření plamene*. Český normalizační institut
Praha, 2003. 22s.
- [7] ČSN EN ISO 6941 (80 0806): *Textilie – Hořlavost – Měření rychlosti šíření
plamene u svisle umístěných zkušebních vzorků*. Český normalizační institut
Praha, 2004. 19s.
- [8] ČSN ISO 6940 (80 0805): *Textilie – Hořlavost – Zjišťování snadnosti zapálení
svisle umístěných zkušebních vzorků*. Český normalizační institut Praha,
2004. 19s.
- [9] ČSN EN 1103 (80 0804): *Textilie – Hořlavost – Plošné textilie pro oděvy –
Podrobný postup pro zjišťování chování při hoření u plošných textilií pro
oděvy*. Český normalizační institut Praha, 1997. 6s.
- [10] BS5438: *Flammability of textile fabrics when subjected to a small igniting
flame applied to the face or bottom edge of vertically oriented specimen*.
2000. 18s.
- [11] Kolektiv autorov: *Pracovní ochranné oděvy a metody jejich zkoušení*.
1.vydanie Ústí nad Labem: DT ČSVTS, 1988. 74s.
- [12] PEVI,s.r.o.: *Kompletní sortiment ochranných a pracovních pomůcek* [online].
[cit. 2.1.2011]. URL:
<<http://www.pevi.cz/zajimavosti-z-oboru/ochranne-pracovni-odevy.html>>

- [13] VOCHOC.s.r.o.: *Ochranné oděvy pro hasiče* [online]. [cit. 2.1.2011].
URL: <<http://www.vochoc.cz/ochrana-proti-teplu/produkty.php>>
- [14] DEVA FM , s.r.o.: *Sortiment pro hasiče a záchranáře* [online]. [cit. 2.1.2011].
URL: <<http://www.deva-fm.cz/sortiment.php>>
- [15] TRIMM SPORT, s.r.o.: *Materiály a technologie* [online]. [cit. 29.1.2011].
URL: <<http://www.trimm.cz/cz/materialy-a-technologie.htm>>
- [16] EICHINGER, D.: *Textilní vlákna – Lenzing FR* [online]. [cit. 29.1.2011].
URL: <<http://www.lenzing-fr.at/index.php?id=40&L=1>>
- [17] PREPO, s.r.o.: *Souprava NOMEX* [online]. [cit. 2.1.2011]. URL:
<http://www.obchod-hasici.cz/Souprava-NOMEX-detail-216_0_45.html>
- [18] CLINITECH CZ, s.r.o.: *Komfort oděvů* [online]. [cit. 21.1.2011].
URL: <<http://www.profi-odevy.cz/mechanicke-pohodli/>>
- [19] HES, L. - SLUKA, P.: *Úvod do komfortu textilií*. 1. vydanie Liberec:
TUL – Fakulta textilní, 2005. 109s. ISBN 80-7083-926-0
- [20] RŮŽIČKOVÁ, D.: *Oděvní materiály*. 1.vydanie Liberec: TUL – Fakulta
textilní, 2003. 221s. ISBN 80-7083-682-2
- [21] ČSN EN ISO 9237 (800817): *Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií*.
Český normalizační institut Praha, 1996. 10s.
- [22] ČSN EN 31092 (800819): *Textilie – Zjišťování fyziologických vlastností –
Měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek*.
Český normalizační institut Praha, 1996. 15s.
- [23] Návod k obsluze přístroja: *Přístroj M233B*. [cit. 13.2.2011].
- [24] Návod k obsluze přístroja: *Přístroj SDL M021S*. [cit. 13.2.2011].
- [25] HOLAB, s.r.o.: *Klimatické, teplotní a korozní komory* [online]. [cit. 14.2.2011].
URL: <<http://www.holab.cz/def.aspx?id=7>>
- [26] VÚB, a.s.: *Výzkum a vývoj textilních technologií* [online]. [cit. 14.2.2011].
URL: <<http://www.vubas.cz/spolecnost.htm>>
- [27] VÚB, a.s.: *Firemné materiály – Materiálové zloženie* [cit. 14.2.2011].
- [28] LUPO TEX, s.r.o.: *Nehořlavé oděvy* [online]. [cit. 28.3.2011].
URL: < <http://www.lupotex.eu/spec/nehorlave-odevy>>
- [29] VELITEC: *Termoprádlo – Materiály* [online]. [cit. 28.3.2011].
URL: < <http://www.velitec.com/cs/termopradlo/materialy>>
- [30] KOLEK, O.: *Pracovní oděvy* [online]. SAFEWORk.cz. [cit. 28.3.2011].
URL:<<http://www.safework.cz/pracovni-odevy/>>

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Špeciálny reflexný odev: GoodPro HR2 FireFly [13].....	- 20 -
Obr. 2 Zásahový odev viac vrstvomý: GoodPro FR3-FireHorse [13].....	- 21 -
Obr. 3 Základná vrstva zásahového odevu [13]	- 21 -
Obr. 4 Zásahový odev jednovrstvomý: PS II. Nomex [14]	- 23 -
Obr. 5 Nehorľavá spodná bielizeň [17]	- 24 -
Obr. 6 Automatické zariadenie M233B [23]	- 30 -
Obr. 7 Prístroj SDL M021S	- 31 -
Obr. 8 Automatická klimatická komora Vötsch [25]	- 32 -
Obr. 9 Prístroj Permetest.....	- 33 -
Obr. 10 Graf priedušnosti vrstiev zásahového odevu pri tlakovom spáde 20 Pa	- 49 -
Obr. 11 Graf priedušnosti vrstiev zásahového odevu pri tlakovom spáde 150 Pa ...	- 49 -
Obr. 12 Graf odolnosti voči vodným parám zásahového odevu.....	- 51 -
Obr. 13 Možnosti zlepšenia strihovej konštrukcie zásahového odevu [13]	- 55 -

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1 Prehľad horľavých a nehorľavých vlákien [3, 4]	- 12 -
Tab. 2 Prehľad použitých vzoriek materiálu [13, 14, 27]	- 34 -
Tab. 3 Prehľad použitých testovacích vzorkou podľa daných metód.....	- 40 -
Tab. 4 Vyhodnotenie spodnej bielizne I. podľa BS 5438.....	- 41 -
Tab. 5 Vyhodnotenie spodnej bielizne II. podľa ČSN EN 1103	- 41 -
Tab. 6 Vyhodnotenie pracovnej rovnošaty podľa ČSN EN ISO 6941	- 42 -
Tab. 7 Vyhodnotenie základnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 15025.....	- 43 -
Tab. 8 Vyhodnotenie spodnej bielizne I. podľa ČSN EN ISO 6940	- 43 -
Tab. 9 Vyhodnotenie spodnej bielizne II. podľa ČSN EN ISO 6940.....	- 44 -
Tab. 10 Vyhodnotenie pracovnej rovnošaty podľa ČSN EN ISO 6940	- 44 -
Tab. 11 Vyhodnotenie vrchnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940	- 45 -
Tab. 12 Vyhodnotenie vnútornej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940.....	- 45 -
Tab. 13 Vyhodnotenie spodnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940	- 46 -
Tab. 14 Vyhodnotenie príd. izolač. vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940 .	- 46 -
Tab. 15 Vyhodnotenie príd. spodnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940 -	47 -
Tab. 16 Vyhodnotenie príd. vrchnej vrstvy zásah. odevu podľa ČSN EN ISO 6940 -	47 -
Tab. 17 Vyhodnotenie priedušnosti vrstiev zásahového odevu.....	- 48 -
Tab. 18 Vyhodnotenie odolnosti voči vodným parám zásahového odevu	- 50 -
Tab. 19 Zhrnutie výsledkov horľavosti materiálov	- 52 -

PRÍLOHY

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č. 1: Vzorky skúšobných materiálov	II
Príloha č. 2: Fotodokumentácia skúšok horľavosti.....	VI
Príloha č. 3: Výsledky skúšok horľavosti	XIV
Príloha č. 4: Výsledky skúšok z hľadiska komfortu	XXVIII

Príloha č. 1: Vzorky skúšobných materiálov

Spodná bielizeň I.

Spodná bielizeň II.

Pracovná rovnošata PS II.

Zásahový odev FR3-FireHorse: Vrchná vrstva

Zásahový odev FR3-FireHorse: Vnútoraná vrstva

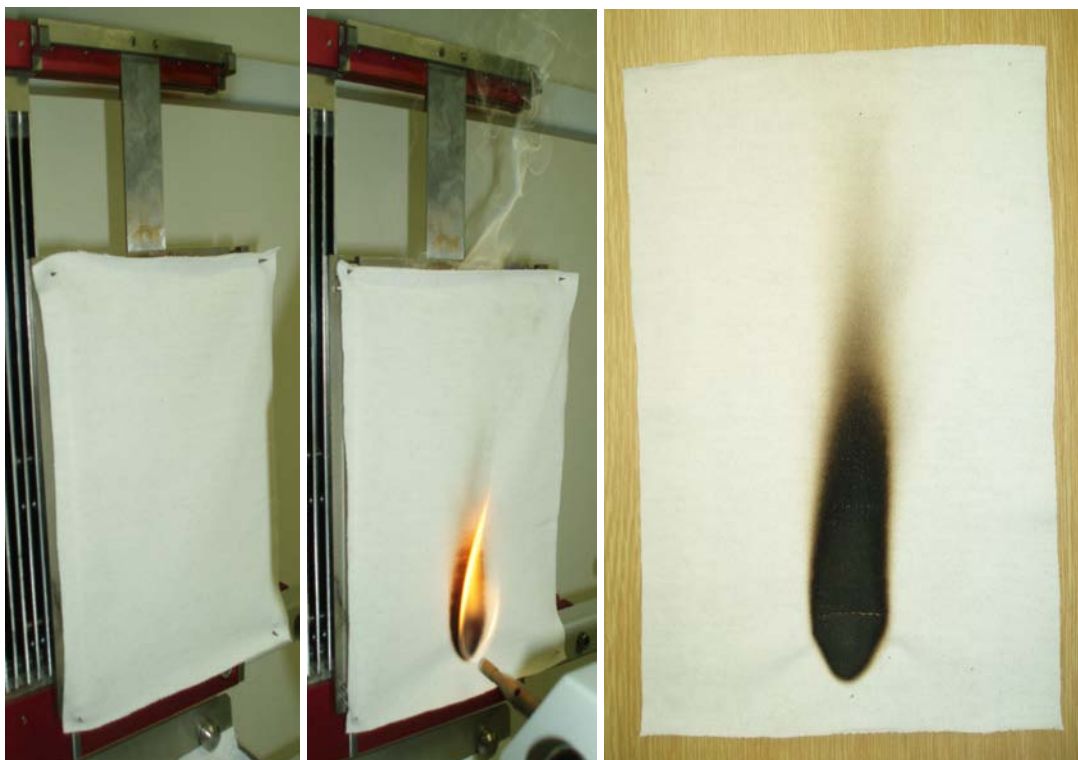
Zásahový odev FR3-FireHorse: Spodná vrstva

Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná izolačná vrstva

Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná spodná vrstva

Zásahový odev FR3-FireHorse: Prídavná vrchná vrstva

Príloha č. 2: Fotodokumentácia skúšok horľavosti



Obr. P 1 Metóda podľa normy 5438: Spodná bielizeň I.



Obr. P 2 Metóda podľa 1103: Spodná bielizeň II.



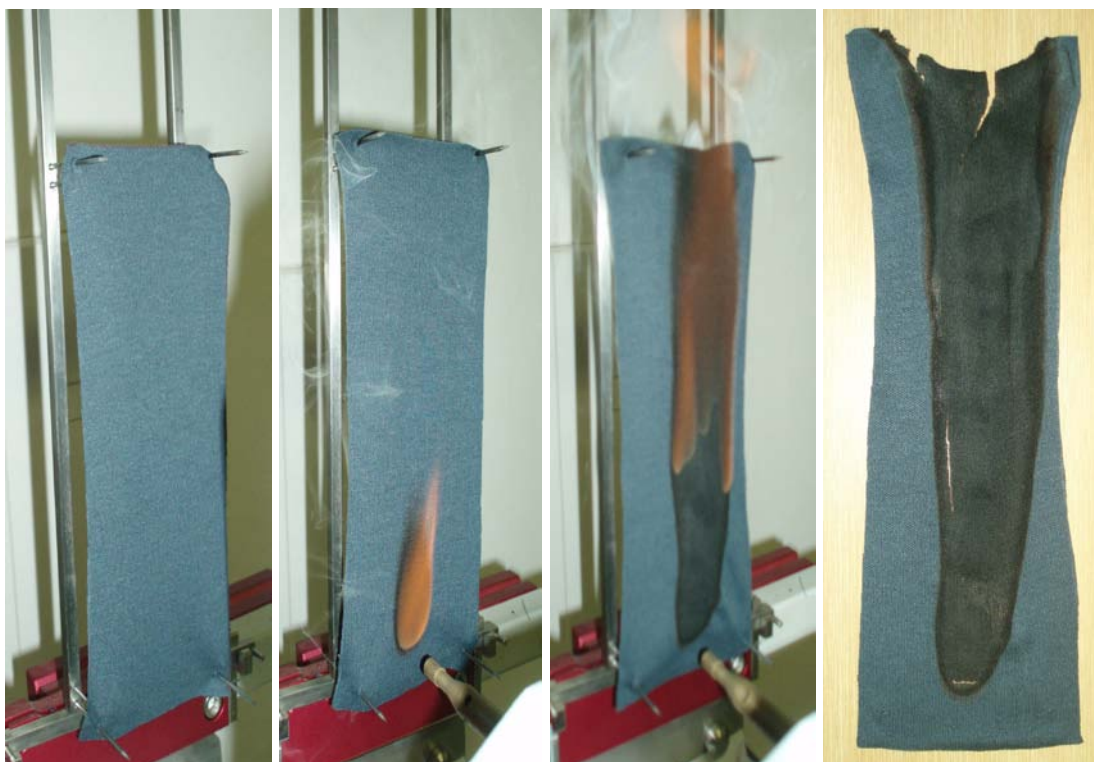
Obr. P 3 Metóda podľa 6491: Pracovná rovnošata PS II.



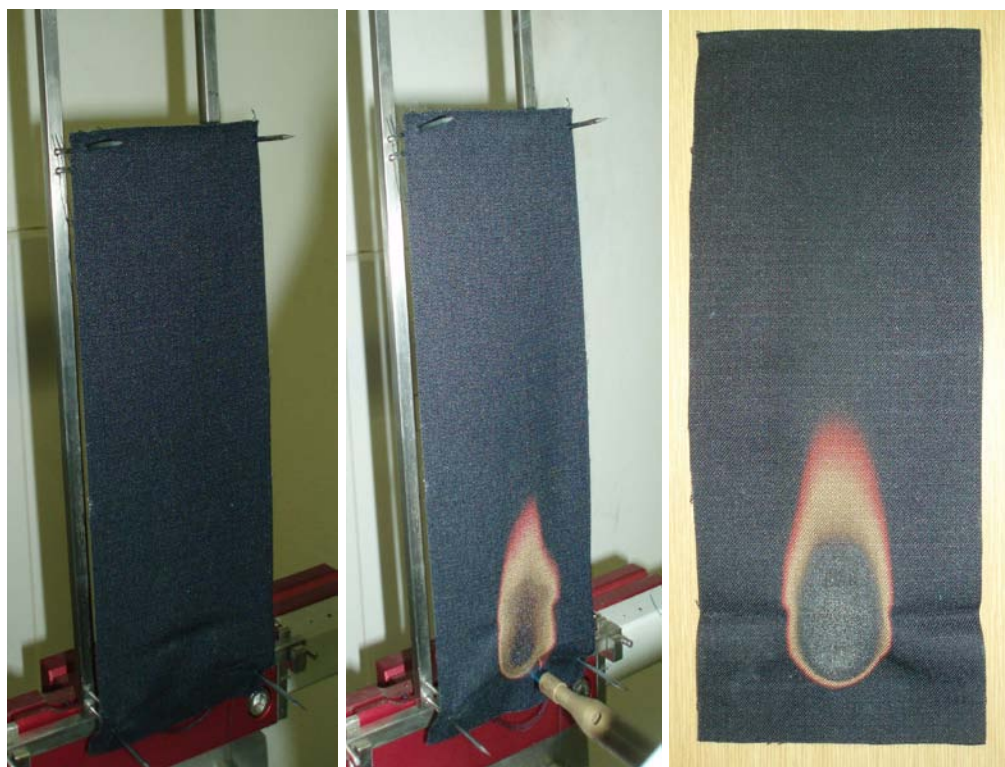
Obr. P 4 Metóda podľa 15025: Zásahový odev FR3-FireHorse (Základná vrstva)



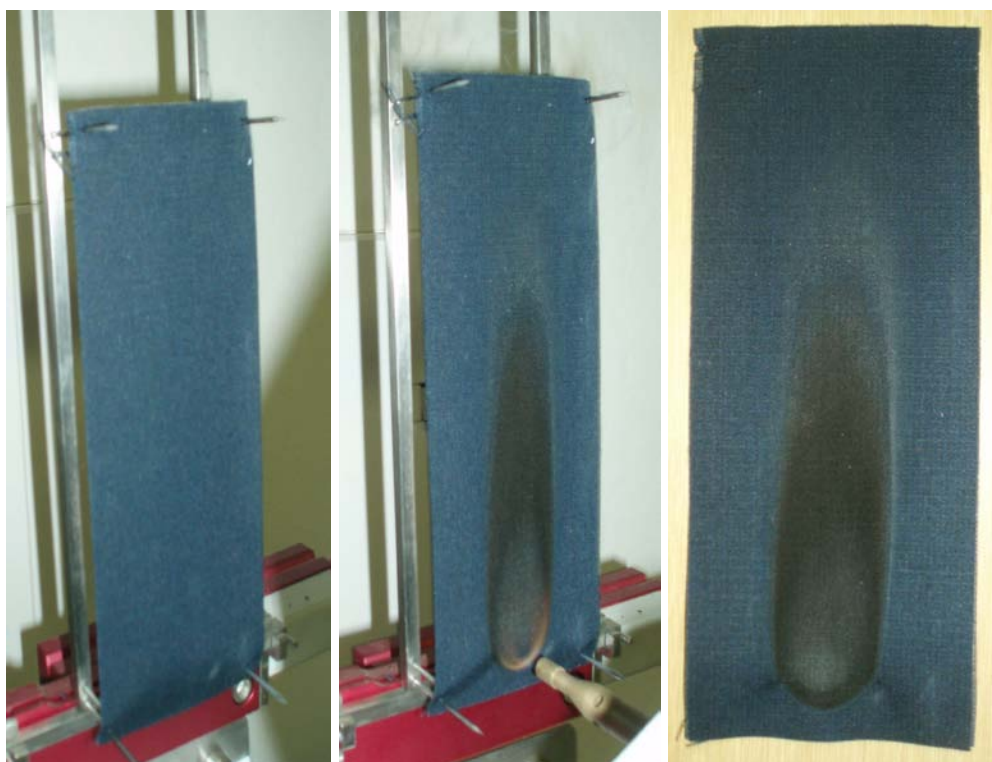
Obr. P 5 Metóda podľa 6940: Spodná bielizeň I.



Obr. P 6 Metóda podľa 6940: Spodná bielizeň II.



Obr. P 7 Metóda podľa 6940: Pracovná rovnošata PS II.



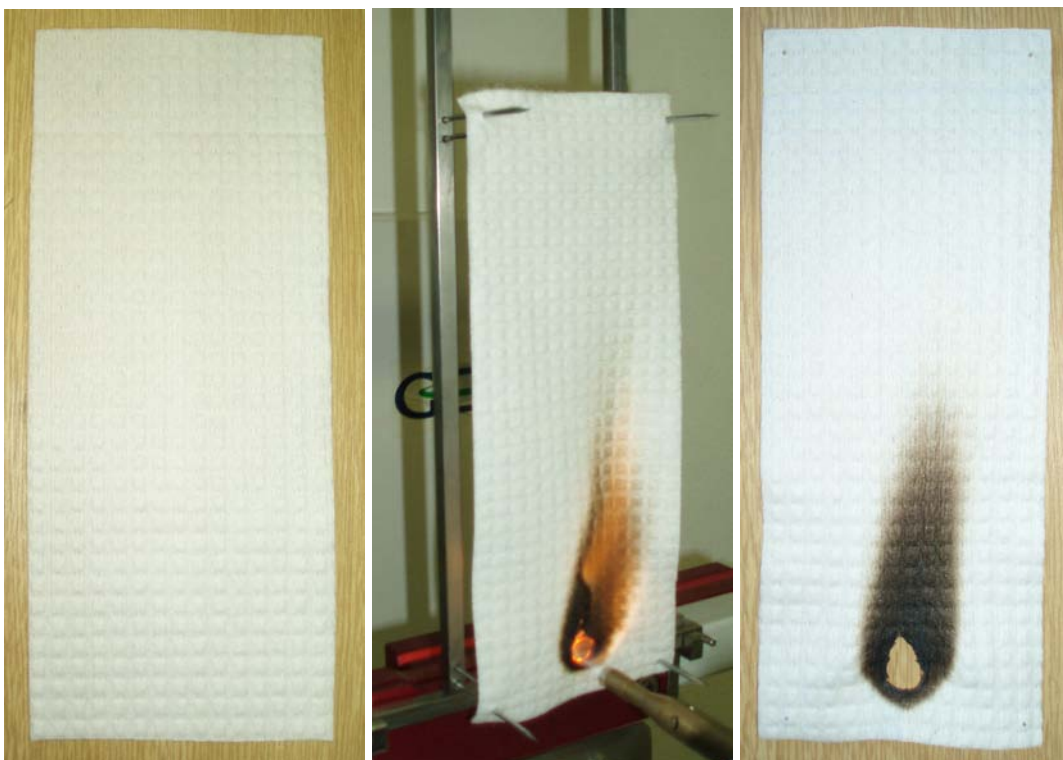
Obr. P 8 Metóda podľa 6940: Zásahový odev FR3-FireHorse (Vrchná vrstva)



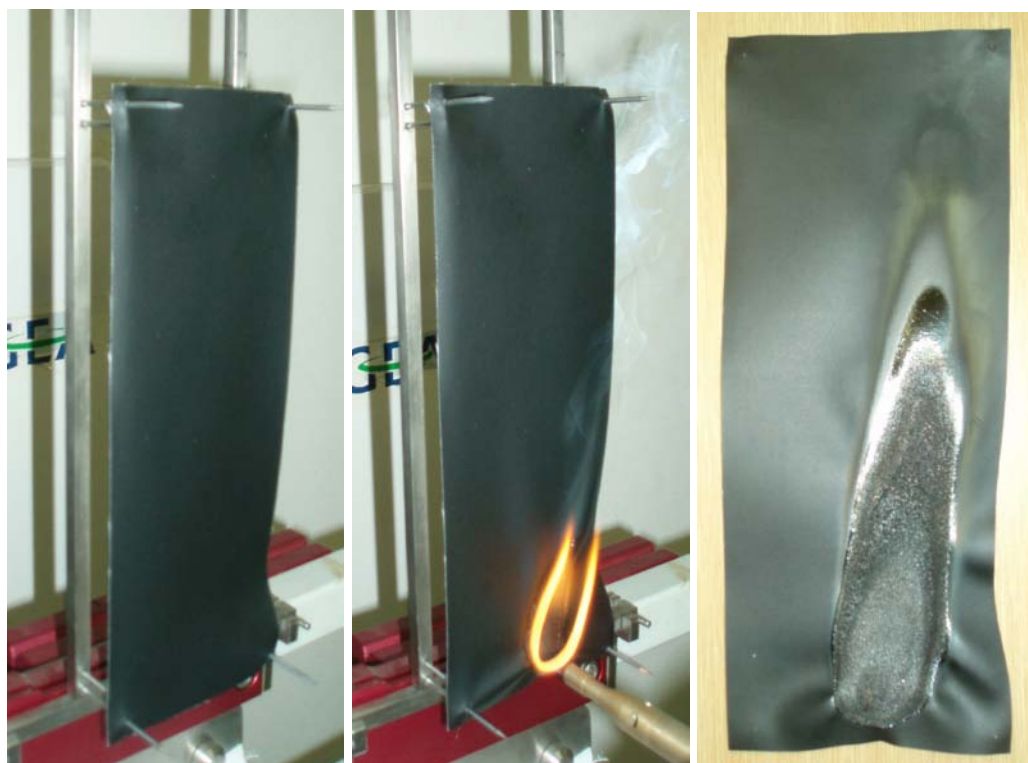
Obr. P 9 Metóda podľa 6940: Zásahový odev FR3-FireHorse (Vnútoraná vrstva)



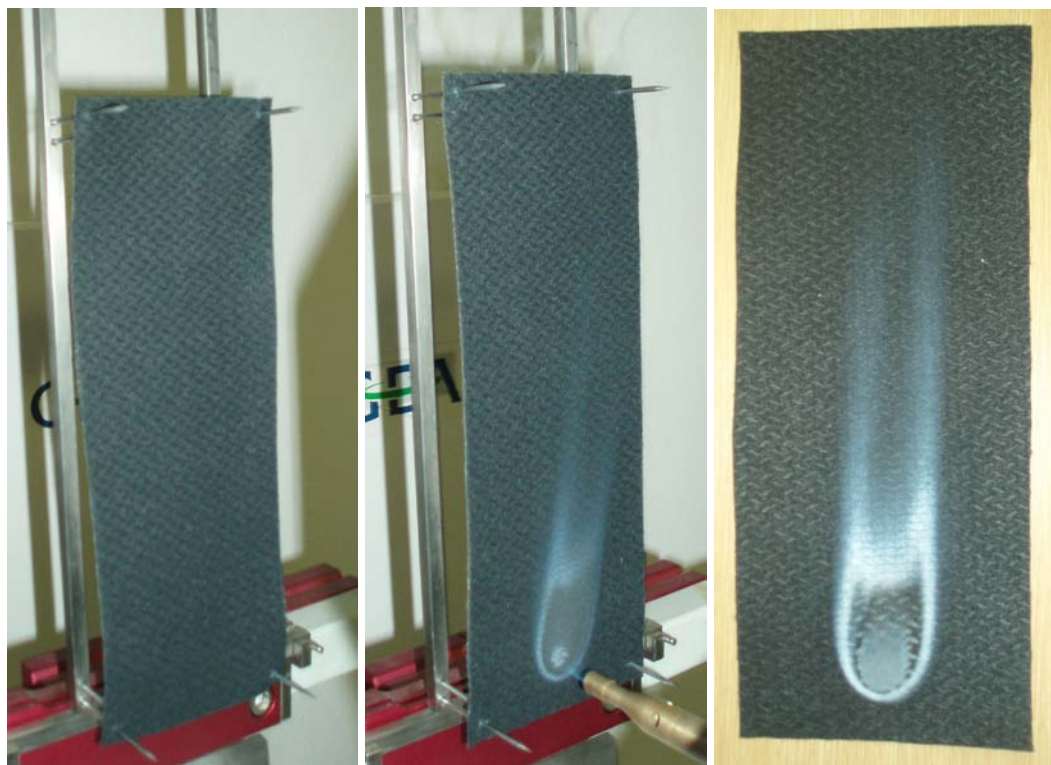
Obr. P 10 Metóda podľa 6940: Zásahový odev FR3-FireHorse (Spodná vrstva)



Obr. P 11 Metóda podľa 6940: Zásahový odev FR3-FireHorse
(Prídavná izolačná vrstva)



Obr. P 12 Metóda podľa 6940: Zásahový odev FR3-FireHorse
(Prídavná spodná vrstva)



Obr. P 13 Metóda podľa 6940: Zásahový odev FR3-FireHorse
(Prídavná vrchná vrstva)

Príloha č. 3: Výsledky skúšok horľavosti

Tab. P 1 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy BS 5438: Spodná bielizeň I.

Výsledky skúšky						
Skúšobné laboratórium	Laboratórium KOD					
Dátum	10.12. 2010					
Typ prístroja	M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti					
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:						
Skúšobné podmienky						
Norma	BS 5438: 1989T2					
Typ zapálenia	Zapálenie povrchu					
Teplota	25 °C					
Relatívna vlhkosť	65 %					
Typ plynu	Propán- bután					
Materiál	Pletenina výplnková- 60% PROTEX, 40% ba, hmotnosť 186 g/m²					
Výsledok testu						
Doba aplikácie plameňa 10 s.	Orientácia skúšobného vzorku					
	Na dĺžku			Na šírku		
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
Rozšírenie plameňa do okraja vzorku	N	N	N	N	N	N
Diera dosiahla okraja	N	N	N	N	N	N
Vypĺňte pokiaľ je vyžadované technickými dátami						
Zvyšky horenia	N	N	N	N	N	N
Doba horenia [s]	0	0	0	0	0	0
Doba dožehu [s]	0	0	0	0	0	0
Max. vertikálny rozsah diery [mm]	N	N	N	N	N	N
Max. horizontálny rozsah diery [mm]	N	N	N	N	N	N
Komentár (odchýlka od štandardného postupu atď.):						

Tab. P 2 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 1103: Spodná bielizeň II.

Výsledky skúšky													
Skúšobné laboratórium						Laboratórium KOD							
Dátum						10.12. 2010							
Typ prístroja						M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti							
<p>Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením: Materiál sa podrobil jednému praciemu cyklu podľa normy EN 26330.</p>													
Skúšobné podmienky													
Norma						BS EN ISO 1103: 1996							
Typ zapálenia						Zapálenie povrchu							
Teplota						25 °C							
Relatívna vlhkosť						65 %							
Typ plynu						Propán- bután							
Materiál						Pletenina interlock- 60% Lenzing FR, 20% SeaCell active, 20% SeaCell pure, hmotnosť 175 g/m²							
Údaje o skúške													
Doba aplikácie plameňa 10 s.						Orientácia skúšobného vzorku							
Číslo vzorku						Na dĺžku			Na šírku				
						1	2	3	4	5	6		
Značkovacia niť						1	2	1	3	1	3	1	3
Pretrhnutie						N	N	N	N	N	N	N	N
Doba(y) [s]						0	0	0	0	0	0	0	0
Priemer časov od prvej značkovacej nite na tretiu značkovaciu niť [s]						13,6			12,3				
Doba horenia [s]						61,5	59,7	61,6	71,6	93,0	74,2		
Doba dožehu [s]						0	0	0	0	0	0		
Došlo k povrchovému vzplanutiu						A	A	A	A	A	A		
Vzplanul filtračný papier						N	N	N	N	N	N		
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):													

Tab. P 3 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6941: Pracovná rovnošata PS II.

Výsledky skúšky																												
Skúšobné laboratórium									Laboratórium KOD																			
Dátum									29.11. 2010																			
Typ prístroja									M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti																			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:																												
Skúšobné podmienky																												
Norma									BS ENISO 6941: 2003																			
Typ zapálenia									Zapálenie povrchu																			
Teplota									25 °C																			
Relatívna vlhkosť									65 %																			
Typ plynu									Propán- bután																			
Materiál									NOMEX Comfort RS, hmotnosť 220 g/m²																			
Údaje o skúške																												
Doba aplikácie plameňa 10 s.									Orientácia skúšobného vzorku																			
Číslo vzorku									Na dĺžku									Na šírku										
									1			2			3			4			5			6				
Značkovacia niť									1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Pretrhnutie									N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Doba(y) [s]									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.)																												

Tab. P 4 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 15025: Zásahový odev
FR3-FireHorse (Základná vrstva)

Výsledky skúšky						
Skúšobne laboratórium	Laboratórium KOD					
Dátum	29.11. 2010					
Typ prístroja	M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti					
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:						
Skúšobné podmienky						
Norma	BS ENISO 15025: 2002					
Typ zapálenia	Zapálenie povrchu					
Teplota	25 °C					
Relatívna vlhkosť	65 %					
Typ plynu	Propán- bután					
Materiál	<i>Vrchná vrstva:</i> 53% KERMEL, 39% Lenzing FR, 6% Technora, 2% uhlíkové vlákna, hmotnosť 230 g/m ² <i>Vnútoraná vrstva:</i> PU membrána TOPAZ nalaminovaná na úplet Interlock, hmotnosť 140 g/m ² <i>Spodná izolačná vrstva s podšívkou:</i> 50% Aramid, 50% Lenzing FR, hmotnosť 250 g/m ²					
Údaje o skúške						
	Orientácia skúšobného vzorku					
	Na dĺžku			Na šírku		
Doba aplikácie plameňa 10 s.	1	2	3	4	5	6
Doba dohorievania plameňom [s]	0	0	0	0	0	0
Doba dohrievania žhnutím [s]	0	0	0	0	0	0
Odpadnuté zvyšky zapálili filtračný papier	N	N	N	N	N	N
Nehoriace odpadnuté zvyšky vzorku	N	N	N	N	N	N
Vytvorenie diery min. 5 mm	N	N	N	N	N	N
Rozšírenie plameňa do okraja vzorku	N	N	N	N	N	N
Rozšírenie žhnutím do nepoškodenej časti	N	N	N	N	N	N
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.)						

Tab. P 5 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Spodná bielizeň I.

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		3.12. 2010			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		Pletenina výplnková- 60% PROTEX, 40% bavlna, hmotnosť 186 g/m ²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie	11		
2	50	Nezapálenie	12		
3	99	Nezapálenie	13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia		Počet prípadov nezapálenia	
20		0		1	
50		0		1	
99		0		1	
Najmenej časté prípady: Zapálenie			Celkom --> Zapálenie: 0; Nezapálenie: 3		
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					
Tento materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.), preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 s. sa tento materiál nezapálil, tým sme potvrdili, že materiál je nehorľavý.					

Tab. P 6 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Spodná bielizeň II.

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		3.12. 2010			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácii o akomkoľvek ošetroení pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		Pletenina interlok- 60% Lenzing FR, 20% SeaCell active, 20% SeaCell pure, hmotnosť 175 g/m²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	5	Zapálenie	11	3	Zapálenie
2	4	Zapálenie	12	2	Nezapálenie
3	3	Zapálenie	13		
4	2	Nezapálenie	14		
5	3	Zapálenie	15		
6	2	Nezapálenie	16		
7	3	Zapálenie	17		
8	2	Nezapálenie	18		
9	3	Zapálenie	19		
10	2	Nezapálenie	20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia		Počet prípadov nezapálenia	
5		1		0	
4		1		0	
3		5		0	
2		0		5	
Najmenej časté prípady: Bez zapálenia			Celkom --> Zapálenie: 7 ; Nezapálenie: 5		
Priemer zaznamenaných dôb = 2 s.					
Priemerná doba zapálenia = 2,5 s.					
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					

Tab. P 7 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Pracovná rovnošata PS II.

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		3.12. 2010			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením.					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		NOMEX Comfort RS, hmotnosť 220 g/m²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie	11		
2	50	Nezapálenie	12		
3	99	Nezapálenie	13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia	Počet prípadov nezapálenia		
20		0	1		
50		0	1		
99		0	1		
Najmenej časté prípady: Zapálenie			Celkom --> Zapálenie: 0; Nezapálenie: 3		
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					
Tento materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.), preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 s. sa tento materiál nezapálil, tým sme potvrdili, že materiál je nehorľavý.					

Tab. P 8 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Zásahový odev
FR3-FireHorse (Vrchná vrstva)

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		3.12. 2010			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		53% KERMEL, 39% Lenzing FR, 6% Technora, 2% uhlíkové vlákna, hmotnosť 230 g/m²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie	11		
2	50	Nezapálenie	12		
3	99	Nezapálenie	13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia	Počet prípadov nezapálenia		
20		0	1		
50		0	1		
99		0	1		
Najmenej časté prípady: Zapálenie			Celkom --> Zapálenie: 0; Nezapálenie: 3		
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					
Tento materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.), preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 s. sa tento materiál nezapálil, tým sme potvrdili, že materiál je nehorľavý.					

Tab. P 9 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Zásahový odev
FR3-FireHorse (Vnútoraná vrstva)

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		6.1. 2011			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetrovaní pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		PU membrána TOPAZ nalaminovaná na úplet Interlock, hmotnosť 140 g/m ²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	1	Zapálenie	11		
2	0	Nezapálenie	12		
3	1	Zapálenie	13		
4	0	Nezapálenie	14		
5	1	Zapálenie	15		
6	0	Nezapálenie	16		
7	1	Zapálenie	17		
8	0	Nezapálenie	18		
9	1	Zapálenie	19		
10	0	Nezapálenie	20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia		Počet prípadov nezapálenia	
1		5		0	
0		0		5	
Najmenej časté prípady: Bez zapálenia			Celkom --> Zapálenie: 5 ; Nezapálenie: 5		
Priemer zaznamenaných dôb = 0 s.					
Priemerná doba zapálenia = 0,5 s.					
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					

Tab. P 10 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Zásahový odev
FR3-FireHorse (Spodná vrstva)

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		6.1. 2011			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		50% Aramid, 50% Lenzing FR, hmotnosť 250 g/m²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie	11		
2	50	Nezapálenie	12		
3	99	Nezapálenie	13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia	Počet prípadov nezapálenia		
20		0	1		
50		0	1		
99		0	1		
Najmenej časté prípady: Zapálenie			Celkom --> Zapálenie:0 ; Nezapálenie: 3		
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					
Tento materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.), preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 s. sa tento materiál nezapálil, tým sme potvrdili, že materiál je nehorľavý.					

Tab. P 11 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Zásahový odev
FR3-FireHorse (Prídavná izolačná vrstva)

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		6.1. 2011			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		50% NOMEX, 50% VS FR, hmotnosť 125 g/m²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	7	Zapálenie	11	3	Zapálenie
2	6	Zapálenie	12	2	Nezapálenie
3	5	Zapálenie	13	3	Zapálenie
4	4	Zapálenie	14	2	Nezapálenie
5	3	Zapálenie	15		
6	2	Nezapálenie	16		
7	3	Zapálenie	17		
8	2	Nezapálenie	18		
9	3	Zapálenie	19		
10	2	Nezapálenie	20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia		Počet prípadov nezapálenia	
7		1		0	
6		1		0	
5		1		0	
4		1		0	
3		5		0	
2		0		5	
Najmenej časté prípady: Bez zapálenia			Celkom --> Zapálenie: 9 ; Nezapálenie: 5		
Priemer zaznamenaných dôb = 2 s.					
Priemerná doba zapálenia = 2,5 s.					
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					

Tab. P 12 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Zásahový odev

FR3-FireHorse (Prídavná spodná vrstva)

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		6.1. 2011			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		100% Aramid PU záterom, hmotnosť 220 g/m²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie	11		
2	50	Nezapálenie	12		
3	99	Nezapálenie	13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia		Počet prípadov nezapálenia	
20		0		1	
50		0		1	
99		0		1	
Najmenej časté prípady: Zapálenie			Celkom --> Zapálenie:0 ; Nezapálenie: 3		
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.): Tento materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.), preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 s. sa tento materiál nezapálil, tým sme potvrdili, že materiál je nehorľavý.					

Tab. P 13 Výsledky skúšky horľavosti podľa normy 6940: Zásahový odev
FR3-FireHorse (Prídavná vrchná vrstva)

Výsledky skúšky					
Skúšobné laboratórium		Laboratórium KOD			
Dátum		6.1. 2011			
Typ prístroja		M233B Automatické zariadenie pre skúšky horľavosti			
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:					
Skúšobné podmienky					
Norma		BS ENISO 6940: 1995			
Typ zapálenia		Zapálenie povrchu			
Teplota		25 °C			
Relatívna vlhkosť		65 %			
Typ plynu		Propán- bután			
Materiál		100% KEVLAR, hmotnosť 380 g/m²			
Údaje o skúške					
Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)	Číslo vzorku	Doba aplikácie plameňa [s]	Výsledok (zapálenia)
1	20	Nezapálenie	11		
2	50	Nezapálenie	12		
3	99	Nezapálenie	13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		
Zhrnutie prípadov zapálenia a nezapálenia vyskytujúcim v každom čase aplikácie plameňa					
Doba aplikácie plameňa [s]		Počet prípadov zapálenia	Počet prípadov nezapálenia		
20		0	1		
50		0	1		
99		0	1		
Najmenej časté prípady: Zapálenie			Celkom --> Zapálenie:0 ; Nezapálenie: 3		
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):					
Tento materiál sa nezapálil ani po maximálnej dobe pôsobenia plameňa (20 s.), preto sme dobu pôsobenia plameňa zvýšili po maximálnu dobu (99 s.), ktorý nám tento prístroj umožňoval vykonať. Ani po dosiahnutí 99 s. sa tento materiál nezapálil, tým sme potvrdili, že materiál je nehorľavý.					

Priloha č. 4: Výsledky skúšok z hľadiska komfortu

Tab. P 14 Namerané hodnoty pre priedušnosť vzduchu: Zásahový odev FR3-FireHorse

	<i>Namerané hodnoty [ml/s]</i>									
<i>Testovacie vzorky</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
1. vrstva	300	290	295	295	280	295	295	285	280	280
2.vrstva	1,9	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,0	1,9	2,0	1,9
3.vrstva	210	205	180	175	200	205	180	180	180	220
4. vrstva	310	305	295	295	300	300	330	295	300	285
5. vrstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.vrstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Základná vrstva	2,3	1,9	2,0	2,2	2,1	2,0	2,3	2,1	2,1	2,2

Tab. P 15 Namerané hodnoty odolnosti voči vodným parám: Zásahový odev
FR3-FireHorse

	<i>Namerané hodnoty Ret [m².Pa.W⁻¹]</i>		
<i>Testovacie vzorky</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Základná vrstva	39,046	38,030	38,544
Základná + prídavná vrstva	306,203	305,533	305,238

Tab. P 16 Výsledky skúšky priedušnosti vzduchu: Zásahový odev FR3-FireHorse

Výsledky skúšky							
Skúšobne laboratórium	Laboratórium KOD						
Dátum	4.1. 2010						
Typ prístroja	Prístroj SDL M021S na zisťovanie priedušnosti vzduchu						
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácií o akomkoľvek ošetroení pred čistením:							
Skúšobné podmienky							
Norma	ČSN EN ISO 9237: 1995						
Teplota	25 °C						
Relatívna vlhkosť	65 %						
Skúšobná plocha	20 cm²						
Materiál	1. Vrchná vrstva: 53% KERMELE, 39% Lenzing FR, 6% Technora, 2% uhlíkové vlákna, hmotnosť 230 g/m² 2. Vnútoraná vrstva: PU membrána TOPAZ nalaminovaná na úplet Interlock, hmotnosť 140 g/m² 3. Spodná izolačná vrstva s podšívku: 50% Aramid, 50% Lenzing FR, hmotnosť 250 g/m² 4. Prídavná izolačná vrstva: 50% NOMEK, 50% viskóza FR, hmotnosť 125 g/m² 5. Prídavná spodná vrstva: 100% Aramid PU náterom, hmotnosť 220 g/m² 6. Prídavná vrchná vrstva: 100% KEVLAR, hmotnosť 380 g/m²						
Údaje o skúške							
Testovacie vzorky	1. vrstva	2. vrstva	3.vrstva	4.vrstva	5.vrstva	6.vrstva	základná vrstva
Tlakový spád [Pa]	150	150	20	20	150	150	150
Aritmetický priemer prúdenia vzduchu [l/min]	17,4	0,13	11,61	18,09	0	0	0,13
Smerodatná odchýlka [l/min]	0,4	0,01	0,92	0,68	0	0	0,01
Variačný koeficient [%]	2,3	7,69	7,92	3,76	0	0	7,69
95% interval spoľahlivosti [l/min]	<16,8–18,0>	<0,11–0,14>	<10,5–13,2>	<17,1–19,8>	<0–0>	<0–0>	<0,11–0,14>
Priedušnosť R [mm/s]	145,29	1,09	96,94	151,05	0	0	1,09
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.): Namerané hodnoty prídavnej vrstvy spodnej a vrchnej (5. a 6. vrstva) majú hodnotu 0. Preto tieto materiály môžeme považovať za nepriedušné.							

Tab. P 17 Výsledky skúšky odolnosti voči vodným parám: Zásahový odev

FR3-FireHorse

Výsledky skúšky		
Skúšobne laboratórium	Laboratórium KOD	
Dátum	5.1. 2010	
Typ prístroja	Automatická klimatická komora Vötsch 0060 s prístrojom Permetest	
Popis vzorky tkaniny, vrátane informácii o akomkoľvek ošetroení pred čistením:		
Skúšobné podmienky		
Norma	ČSN EN 31092:1996	
Teplota vzduchu	35 °C	
Relatívna vlhkosť	40 %	
Rýchlosť vzduchu	1 m/s	
Materiál	Vrchná vrstva: 53% KERMELE, 39% Lenzing FR, 6% Technora, 2% uhlíkové vlákna, hmotnosť 230 g/m² Vnútoraná vrstva: PU membrána TOPAZ nalaminovaná na úplet Interlock, hmotnosť 140 g/m² Spodná izolačná vrstva s podšívkou: 50% Aramid, 50% Lenzing FR, hmotnosť 250 g/m² Prídavná izolačná vrstva: 50% NOMEX, 50% viskóza FR, hmotnosť 125 g/m² Prídavná spodná vrstva: 100% Aramid PU náterom, hmotnosť 220 g/m² Prídavná vrchná vrstva: 100% KEVLAR, hmotnosť 380 g/m²	
Údaje o skúške		
Testovacie vzorky	ZÁKLADNÁ VRSTVA (vrchná + vnútoraná + spodná vrstva)	ZÁKLADNÁ A PRÍDAVNÁ VRSTVA (prídavná vrchná + prídavná spodná + vrchná+ prídavná izolačná + vnútoraná + spodná vrstva)
Aritmetický priemer odolnosti voči vodným parám [m².Pa.W ⁻¹]	38,54	305,66
Smerodatná odchýlka [m².Pa.W ⁻¹]	0,41	0,4
Variačný koeficient [%]	1,06	0,13
95% interval spoľahlivosti [m².Pa.W ⁻¹]	<38,03–39,05>	<305,24–306,2>
Komentáre (odchýlka od štandardného postupu atď.):		

